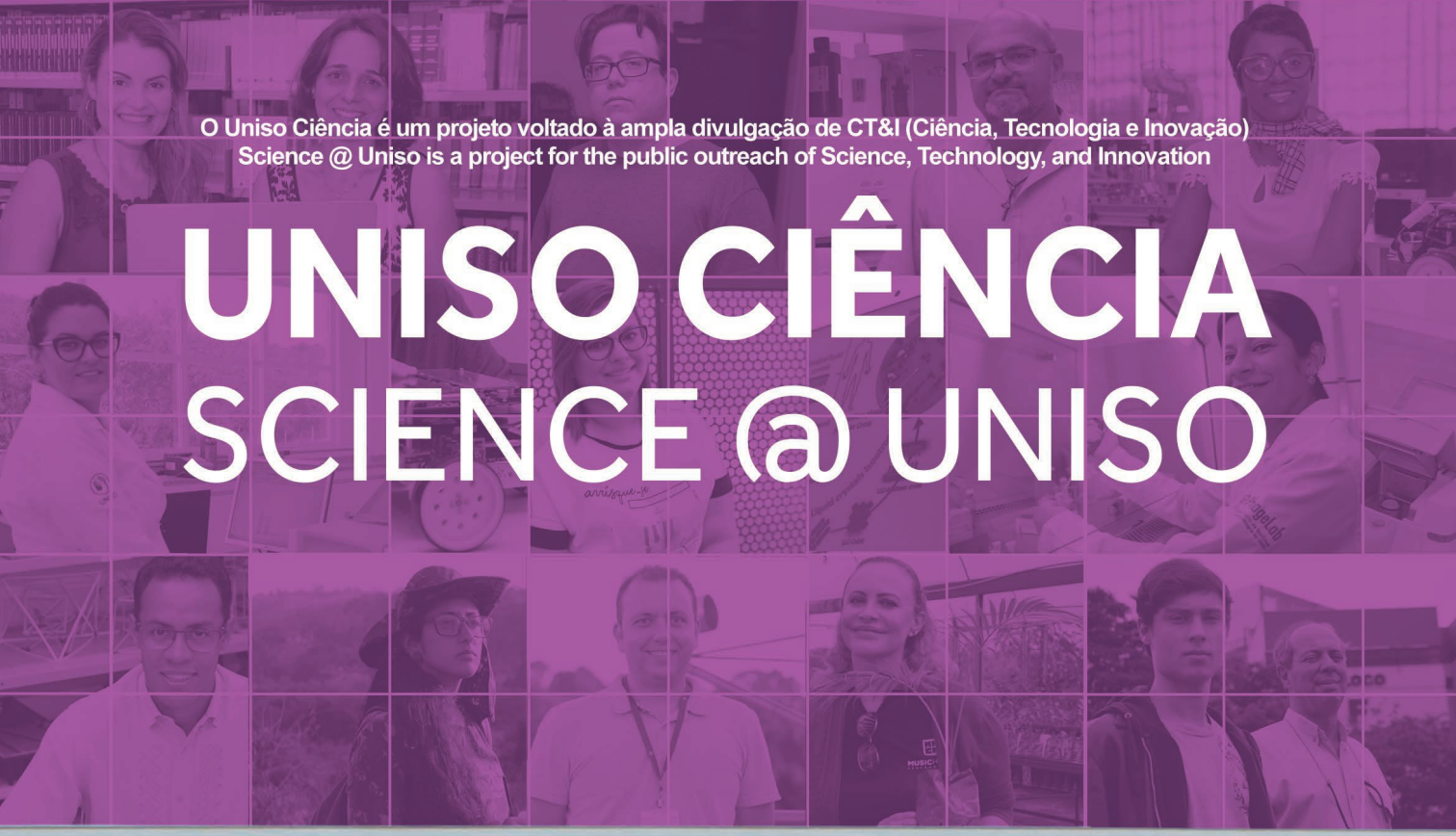
O Uniso Ciência é um projeto voltado à ampla divulgação de CT&I (Ciência, Tecnologia e Inovação)
Science @ Uniso is a project for the public outreach of Science, Technology, and Innovation

UNISO CIÊNCIA
SCIENCE @ UNISO



ISSN: 2595-7074
v. 3, n. 5, jun./june, 2020

Esta revista é uma publicação da Universidade de Sorocaba (Uniso). O conteúdo que compõe esta publicação faz parte do projeto de divulgação científica Uniso Ciência e foi elaborado com base nas pesquisas desenvolvidas pelos Programas de Pós-graduação da Uniso em Ciências Farmacêuticas (Mestrado e Doutorado), Comunicação e Cultura (Mestrado e Doutorado), Educação (Mestrado e Doutorado) e Processos Tecnológicos e Ambientais (Mestrado e Doutorado Profissional).

This magazine is published by the University of Sorocaba. The content comprised in this magazine is part of the project Science @ Uniso for the public outreach of science, technology, and innovation, and was elaborated based on studies developed at Uniso's Graduate Programs in Pharmaceutical Sciences (Master's and Doctorate degrees), Communication and Culture (Master's and Doctorate degrees), Education (Master's and Doctorate degrees), and Technological and Environmental Processes (Professional Master's and Doctorate degree).

CARTA AO LEITOR

O que será da nossa liberdade de ir e vir, drasticamente interrompida? Dos serviços de saúde, que, na maior parte do mundo, se mostraram insuficientes? Da educação, que teve de se reinventar às pressas?

Tudo voltará a ser como antes?

Ao menos por enquanto, ninguém tem respostas definitivas para essas perguntas. E é neste momento — que talvez venha a ser um divisor de águas em nossa história —, que chega esta quinta edição da revista Uniso Ciência, depois que a Covid-19 escancarou algumas de nossas maiores incertezas enquanto sociedade global.

Particularmente no que diz respeito à ciência, esse é um momento em que colocamos muitas de nossas esperanças nas mãos de pesquisadores e pesquisadoras ao redor do planeta.

Há conhecimento científico embasando desde os cuidados mais simples, como a higienização das mãos, até os cuidados hospitalares intensivos e as medidas de distanciamento social, bem como a busca pela cura e por opções de vacinas.

Como universidade, apostamos na pesquisa como uma das formas mais nobres de cuidar do outro.

É por isso que, amparados pela nossa missão, seguimos compartilhando uma mostra variada do que temos produzido nas mais diversas áreas do conhecimento, confiantes de que a ciência continuará a buscar respostas para o bem da humanidade.

A LETTER TO THE READER

What will become of our freedom to come and go as we please, drastically interrupted? Of our health services, which proved to be insufficient in most of the world? Of our education system, which had to reinvent itself out of the blue?

Will everything be the same again?

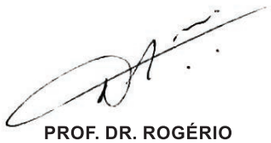
At least for now, no one has definitive answers to these questions. And it is at this moment—which may turn out to be a watershed event in our history—, that this 5th edition of the Science @ Uniso magazine arrives, after Covid-19 exposed some of our greatest uncertainties as a global society.

Especially when it comes to science, this is a time when we put many of our hopes in the hands of researchers around the planet.

There is scientific knowledge providing foundation to the simplest attitudes, such as washing hands, as well as to intensive hospital care, and social distancing measures, besides the urgent search for a cure and vaccine alternatives.

As a university, we do bet on research as one of the noblest ways of caring for others.

And that is why, based on our mission, we continue to share a varied sample of what we have produced in the most diverse fields of scientific knowledge, confident that science will keep looking for answers for the sake of mankind.



PROF. DR. ROGÉRIO AUGUSTO PROFETA/Ph.D.
REITOR/RECTOR

EXPEDIENTE STAFF

Uniso Ciência é uma publicação da Universidade de Sorocaba.
Science @ Uniso is published by the University of Sorocaba.

REITOR/RECTOR
Prof. Dr. Rogério Augusto Profeta/Ph.D.

PRÓ-REITOR DE GRADUAÇÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS/VICE-RECTOR OF UNDERGRADUATE PROGRAMS AND STUDENT AFFAIRS
Prof. Dr. Fernando de Sá Del Fiol/Ph.D.

PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO/VICE-RECTOR OF RESEARCH, EXTENSION, INNOVATION AND GRADUATE PROGRAMS
Prof. Dr. José Martins de Oliveira Jr./Ph.D.

COORDENAÇÃO/COORDINATION
Assessoria de Comunicação Social (Assecoms)/Social Communication Office
Jornalista responsável/Journalist in charge: Mônica Cristina Ribeiro Gomes (MTB 27.877).

REPORTAGEM/CONTENT WRITERS
Prof. Me. Guilherme Profeta/M.A.
Prof. Me. Marcel Stefano Tavares Marques da Silva/M.A.

TRADUÇÃO/TRANSLATION
Prof. Me. Guilherme Profeta/M.A.

DIAGRAMAÇÃO/DESIGN
Daniele da Silva Coimbra

REVISÃO (PORTUGUÊS)/REVISION (PORTUGUESE)
Ma. Paula Rafael Gonzalez Valelongo/M.A.

REVISÃO (INGLÊS)/REVISION (ENGLISH)
Me. Osmar Renato de Barros Siqueira/M.A.

CONSELHO EDITORIAL/EDITORIAL COMMITTEE
Prof. Me. Adilson Aparecido Spim/M.A.
Profa. Dra. Denise Lemos Gomes/Ph.D.
Prof. Me. Edgard Robles Tardelli/M.S.
Profa. Ma. Mônica Cristina Ribeiro Gomes/M.A.
Prof. Dr. Nobel Penteado de Freitas/Ph.D.

GRÁFICA/PRINTING: Grafilar
DISTRIBUIÇÃO GRATUITA/FREE DISTRIBUTION
TIRAGEM/PRINT RUN: 1.000 exemplares/copies

É permitida a publicação parcial ou total dos textos, desde que a fonte seja citada.
Partial or total reproduction of the texts hereby published is allowed, as long as the source is cited.

Informações/Further information: uniso.br • ciencia@uniso.br

SUMÁRIO TABLE OF CONTENTS

Página • Page

6 Pesquisas em Saúde devem estar focadas em toda a cadeia, do desenvolvimento à aplicação de soluções
Health-related research must be focused on the entire chain, from the development to the application of solutions

14 Fruto da palmeira jussara pode ser 100% aproveitado como cosmético
100% of the fruit of the jussara palm tree can be used as cosmetic

20 Cristal líquido: da tela da sua TV para a prateleira da farmácia
Liquid crystals: from your TV screen to the shelves of your drugstore

28 Pesquisadora estuda como aplicar lógica difusa a sistemas ativos de suspensão automotiva
Researcher studies how to apply fuzzy logic to active automotive suspension systems

36 Pesquisador da Uniso desenvolve liga metálica mais dura do mundo
Researcher at Uniso develops the world's hardest alloy

46 Bactérias podem ser utilizadas para limpar áreas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo
Bacteria can be used to clean up areas contaminated by petroleum hydrocarbons

54 Plantas medicinais processadas podem estar contaminadas por metais pesados
Processed medicinal plants may be contaminated by heavy metals

64 Desvendando os segredos do Monumento à Matemática
Revealing the secrets of Uniso's Monument to Math

74 Ainda faltam evidências para a prescrição de fitoterápicos como tratamento para a artrose
Prescription of herbal medicines as treatment for osteoarthritis still lacks evidence

82 Pesquisador estuda se as máquinas já atingiram o complexo nível mental da inteligência humana
Researcher studies whether machines have already reached the complex mental level of human intelligence

90 Aplicação de insulina através da pele, por meio de gel, pode vir a beneficiar milhões de pacientes
Delivery of insulin through gel on the skin could benefit millions of patients

100 O universo está cantando. Você consegue ouvir?
The universe is singing. Can you hear it?

108 Mais de 100 espécies de aves foram identificadas na Cidade Universitária da Uniso
More than 100 bird species were identified on campus

Professora doutora Cristiane de Cássia Bergamaschi Motta, coordenadora do PPGCF
Professor Cristiane de Cássia Bergamaschi Motta, coordinator of Uniso's PPGCF

Pesquisas em Saúde devem estar focadas em toda a cadeia,

DO DESENVOLVIMENTO À APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES

Health-related research must be focused on the entire chain,

FROM THE DEVELOPMENT TO THE APPLICATION OF SOLUTIONS

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Quando há um problema de saúde pública premente, como a recente crise mundial do coronavírus em 2019—2020, por exemplo, costuma surgir uma urgência por parte da sociedade em relação ao desenvolvimento de soluções (neste caso específico, vacinas ou tratamentos bem-sucedidos). As pessoas, naturalmente, esperam por resultados que sejam não somente efetivos, mas imediatos, ou ao menos que cheguem ao consumidor final tão rapidamente quanto possível.

Conforme explica a professora doutora Cristiane de Cássia Bergamaschi Motta, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em **CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS (PPGCF)** da Universidade de Sorocaba (Uniso), existe um processo de transferência do conhecimento produzido pela pesquisa básica para a pesquisa clínica que depende de um tempo de amadurecimento, inclusive para que seja possível garantir a segurança do usuário. "A pesquisa básica desenvolve os novos produtos, com base num corpo de conhecimentos sistematizados adquiridos racionalmente, e a pesquisa clínica atua no sentido de avaliar o quanto esses produtos ou essas novas tecnologias são efetivos e benéficos para a população. Não basta colocar o produto no mercado, é necessário saber o quanto ele de fato é benéfico, se é seguro e também se é viável financeiramente."

Todas essas etapas, da ciência básica desenvolvida em laboratório à avaliação da efetividade e da segurança de tecnologias em saúde para uso humano, bem como as formas de apresentação de uma solução no mercado — para que você possa finalmente encontrá-la na forma de um produto na prateleira de uma farmácia ou da unidade de saúde mais próxima — são preocupações da Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Uniso.

"As nossas pesquisas envolvem desde o desenvolvimento de novos produtos à avaliação de tecnologias em saúde, com foco na inovação tecnológica", resume Motta. "Dentre as inúmeras ações, pode-se destacar a parceria com a iniciativa privada no desenvolvimento de produtos com potencial de gerar patentes — foram sete nos últimos dois anos — e o desenvolvimento de pesquisas

When there is an urgent public health issue, such as the recent global coronavirus crisis in 2019—2020, for example, there is often an urgency on the part of society for the development of solutions (in this specific case, vaccines, or successful treatments). People, of course, expect results that are not only effective, but also immediate, or at least results that reach the final consumer as quickly as possible.

As explained by professor Cristiane de Cássia Bergamaschi Motta, the coordinator of Uniso's graduate program in **PHARMACEUTICAL SCIENCES (IN THE PORTUGUESE ACRONYM, PPGCF)**, there is a process of transferring the knowledge produced by basic research to clinical research that depends on a period of maturation, so that important features such as the users' safety can be ensured. "Basic research develops new products, based on a set of rationally-acquired systematized knowledge, and clinical research works in order to evaluate how effective and beneficial to the people these new products or technologies actually are. Putting products on the market is not enough, it is necessary to know how beneficial they really are, whether they are safe, and also viable from a financial perspective."

All of these steps, from the very basic science developed in a laboratory to the evaluation of the effectiveness and safety of health technologies aimed at human use, as well as different ways of presenting a solution on the market—so that one can find it in the form of a product on a pharmacy's shelf, or in the nearest hospital—are concerns of Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences.

"Our researches vary between the development of new products and the evaluation of health technologies, with a focus on technological innovation," Motta summarizes. "Among the many features of the program, we can highlight the partnership with the private sectorfor the development of products with the potential to generate patents—there were seven in the last two years—, and the development of research that

PARA SABER MAIS: O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS (PPGCF)

O Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Uniso existe desde 2008, quando começou a ser oferecido o curso de mestrado. O doutorado veio oito anos depois, em 2016, consolidando a Uniso como um centro de referência em educação na área das Ciências Farmacêuticas na Região Metropolitana de Sorocaba.

O PPGCF tem suas pesquisas focadas na relação entre medicamentos e a saúde, dividindo-se em duas linhas de pesquisa: "Avaliação de Substâncias Bioativas e Sistemas de Liberação de Fármacos", que basicamente compreende o desenvolvimento e a validação de novos medicamentos, e "Uso Racional de Medicamentos", que estuda a forma como as pessoas fazem uso dos medicamentos, incluindo estudos sobre prescrição e acesso à informação, além da avaliação e da seleção de tecnologias, políticas públicas, programas e serviços em saúde. Essas pesquisas acontecem em sete laboratórios diferentes.

Por sua característica multidisciplinar, o Programa costuma receber, além de farmacêuticos, um grupo eclético de ingressantes oriundos das mais diversas áreas: enfermeiros, dentistas, médicos (incluindo os veterinários), psicólogos, fisioterapeutas, nutricionistas, químicos, físicos e engenheiros, entre outros profissionais.

TO KNOW BETTER: UNISO'S GRADUATE PROGRAM IN PHARMACEUTICAL SCIENCES (PPGCF)

Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences exists since 2008, when its Master's program was firstly offered. The Doctorate came eight years later, in 2016, consolidating Uniso as a reference in the field of Pharmaceutical Sciences in the Metropolitan Region of Sorocaba.

The research conducted at Uniso's PPGCF focus on the relationship between drugs and health, splitting into two lines of research: "Evaluation of Bioactive Substances and Drug Delivery Systems", which basically comprises the development and validation of new drugs, and "Rational Use of Medicines", which studies the way people take medicines, including studies on prescription and access to information, as well as the evaluation and selection of technologies, public policies, programs, and health services. These researches take place in seven different laboratories.

Considering its multidisciplinary nature, the program usually receives an eclectic group of newcomers, in addition to pharmacists, from the most diverse fields: nurses, dentists, doctors (including veterinarians), psychologists, physiotherapists, nutritionists, chemists, physicists, and engineers, among other professionals.

Acesse o site do programa para mais informações e processo seletivo/For applications and more information, follow the link to the website:

que têm como objetivo não apenas resolver grandes questões globais, mas também problemas locais e regionais, com soluções que eventualmente possam ser aplicadas em outros contextos."

Nem todas essas soluções vêm necessariamente da prática em laboratório e de pesquisas com pessoas; o Programa foi responsável, por exemplo, pelo desenvolvimento de um software para o acompanhamento farmacoterapêutico de pacientes que recebem medicamentos por via judicial (a reportagem pode ser conferida na edição de número 2 da revista Uniso Ciência, de dezembro/2018; além dessa, há uma ampla coleção de reportagens sobre pesquisas do PPGCF, em todas as edições). Em parceria com o Ministério da Saúde, o Programa de Pós-Graduação desenvolveu, também, material de apoio para a criação de políticas públicas voltadas à desinstitucionalização e ao atendimento de pacientes que sofrem de alguma doença ou transtorno mental no Brasil. E esses são apenas alguns exemplos.

aims not only to solve major global issues, but also local and regional problems, with solutions that can eventually be applied in other contexts."

Not all of these solutions necessarily come from laboratory practice, or even from research on people; for example, the program was responsible for the development of a computer software for the follow-up of patients who receive drugs as a result of health-related judicial proceedings (you can read the story in the 2nd issue of the Science @ Uniso magazine, from December/2018; besides that, there is a wide collection of stories on the researches conducted at Uniso's PPGCF, in all editions). In partnership with the Brazilian Ministry of Health, the graduate program also developed support material for the creation of public policies aimed at the deinstitutionalization and the treatment of patients who suffer from mental illnesses or disorders in Brazil. And these are just a few examples.

Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Uniso (LaFINAU)
Uniso's Laboratory of Applied Nuclear Physics

Laboratório de Pesquisa em Neurofarmacologia e Multidisciplinar (LAPENM)
Uniso's Laboratory of Neuropharmacology and Multidisciplinary Research

Hoje, depois de mais de 12 anos de existência, o PPGCF já acumula 135 pesquisas defendidas, entre dissertações de mestrado e teses de doutorado, em duas linhas de pesquisa, além de outros 46 estudos em andamento, contribuindo para a criação de produtos e tecnologias alternativas, com o potencial de melhorar a saúde de toda a sociedade.

Nowadays, after more than 12 years of existence, the PPGCF has accumulated 135 approved researches, including Master's theses and doctoral dissertations, grouped in two different lines of research, in addition to other 46 ongoing studies, thus contributing to the creation of products and alternative technologies, with the potential to improve the health of the whole society.

Peitica *(Empidonomus varius)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

FRUTO DA PALMEIRA JUSSARA

pode ser 100% aproveitado como cosmético

100% OF THE FRUIT OF THE JUSSARA PALM TREE

can be used as cosmetic

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

A pesquisadora Henriette M. Fonseca de Marco segura uma muda de jussara na estufa de plantas nativas da Uniso
Researcher Henriette M. Fonseca de Marco holds a seedling of the jussara palm tree inside a greenhouse for native plants at Uniso

Em sua pesquisa de mestrado, a tecnóloga em Estética e Cosmetologia Henriette Marcondes Fonseca de Marco assumiu um desafio: aproveitar 100% dos frutos da palmeira jussara em formulações cosméticas. A árvore em questão, de nome científico *Euterpe edulis*, é uma espécie nativa da Mata Atlântica brasileira, da qual são aproveitados, eventualmente, o óleo, a cera e as fibras; a grande estrela, contudo, é o caule dessa palmeira, que você provavelmente conhece simplesmente como palmito jussara. Já os frutos, pequenas bagas redondas de cor escura, acabam sendo descartados por falta de interesse, tanto dos produtores quanto do público consumidor em geral.

"A palmeira jussara, a princípio, era utilizada pelos indígenas residentes nas áreas de prevalência dessa espécie, da Bahia até o Rio Grande do Sul. Entre as décadas de 1930 e 1940, o palmito passou a ser comercializado *in natura* em feiras e mercados. Por volta de 1950, teve início a comercialização do produto industrializado, levando a uma exploração predatória do palmiteiro", alerta a pesquisadora.

Nesse contexto, promover o cultivo legalizado e o uso integral da palmeira, do caule ao fruto, é uma forma de valorizar uma espécie nativa ameaçada de extinção. E há **MUITAS FORMAS** de se fazer isso, várias delas sendo desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso). "A polpa dos frutos pode ser consumida como alimento, como já acontece com o açaí", lembra Marco. "Além disso, outros nichos de mercado podem ser estimulados. Os pigmentos obtidos a partir de frutos maduros apresentam estabilidade nos processos de extração e ausência de efeitos tóxicos, o que os torna viáveis para uso como corantes naturais. Pigmentos antioxidantes naturais têm sido utilizados em alimentos, produtos farmacêuticos e cosméticos em função de suas inúmeras propriedades biológicas, além de suas propriedades de coloração."

A primeira etapa compreendida no estudo foi a obtenção de um extrato antocianínico a partir dos frutos da palmeira. Conforme explica a pesquisadora, "as antocianinas são os corantes de maior distribuição no reino vegetal, apresentando a função de possibilitar que as flores atraiam agentes polinizadores, além de proteger os tecidos das plantas da oxidação." Esse processo se deu por meio de uma solução alcoólica, resultando num extrato que, posteriormente, foi filtrado e transformado num pó seco. Esse pó foi então incorporado num xampu, na proporção de 0,3%.

O processo de extração resultou em dois subprodutos: fibras residuais e sementes, as quais também foram utilizadas como matéria-prima de produtos cosméticos, de modo a aproveitar integralmente os frutos. "As sementes foram lavadas e submetidas à secagem em estufa, para evitar o crescimento de microrganismos e facilitar o processo de trituração, até atingir grânulos com diâmetros análogos às microesferas plásticas que compõem os esfoliantes sintéticos. Já as fibras secas foram lavadas e igualmente submetidas à secagem, sendo então odorizadas e embaladas em tecido de algodão na forma de sachês, mostrando-se uma boa opção para a elaboração de odorizantes para ambientes", ela descreve.

Todos os três produtos, tanto o xampu quanto a emulsão esfoliante e os sachês perfumados, foram avaliados quanto à qualidade e à estabilidade. "Os cosméticos preparados se mostraram estáveis nas condições do estudo, demonstrando a possibilidade

During her Master's research, Henriette Marcondes Fonseca de Marco, a technician in Aesthetics and Cosmetology, accepted a challenge: to use 100% of the fruits of the jussara palm tree in cosmetic formulations. The mentioned tree, whose scientific name is *Euterpe edulis*, is a native species of the Brazilian Atlantic Forest, from which the oil, the wax, and the fibers are used; however, the great highlight is the stem of the palm, aka heart of palm, widely consumed in Brazil as a delicacy. On the other hand, the fruits, small round dark-colored berries, are discarded due to lack of interest, both from producers and consumers.

"In the beginning, the jussara palm tree was used by the native people who lived in the areas where this species thrived, from the northeastern states to the ones on the South. Between the 1930s and 1940s, the heart of palm began to be sold in markets. Around 1950, it started being commercialized as an industrialized product, which led to a predatory exploitation of the palm tree," the researcher tells.

Considering this scenario, promoting the legalized cultivation, and the full use of the palm tree, from the stem to the fruit, is a way of valuing a native species that is threatened with extinction. And there are **MANY WAYS** to do so, several under development as part of Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences. "The fruit pulp can be consumed as food, just as the açai berry," Marco says. "Besides that, other industries can be stimulated. The pigments obtained from mature fruits present stability in the extraction processes and absence of toxic effects, which makes them viable for use as natural dyes. Natural antioxidant pigments have been used in food, as well as in pharmaceutical and cosmetic products, due to their various biological and coloring properties."

Obtaining an anthocyanin extract from the fruits was the first step of the study. According to the researcher, "anthocyanins are the most widely distributed dyes in the plant kingdom, enabling flowers to attract pollinators, and protecting plant tissues from oxidation." The extract was obtained through an alcohol solution, being subsequently filtered and transformed into a dry powder. This powder was then incorporated into a shampoo, with a concentration of 0.3%.

The extraction process resulted in two by-products: residual fibers, and seeds, which were also used as raw material for cosmetic products, in order to make full use of the fruits. "The seeds were washed and dried in an oven, to prevent the growth of microorganisms, and to facilitate the grinding process, in order to obtain granules with diameters that were analogous to the plastic microspheres of synthetic exfoliants. Fibers were washed and also dried, and then were odorized and packed in cotton cloth sachets, turning into a good option for the preparation of room deodorizers," she says.

All three products, the shampoo, the body scrub, and the perfumed sachets, were evaluated for quality and stability. "The prepared cosmetics were considered stable according to the conditions of the study, demonstrating the possibility of total use of the fruit. Both the shampoo and the exfoliant kept intact for up to 90 days of storage under adequate conditions," Marco summarizes.

PARA SABER MAIS: DE COSMÉTICOS A BARRINHAS DE CEREAIS

Na edição de número 3 (junho de 2019) da revista Uniso Ciência, você conferiu uma outra pesquisa de mestrado, do mesmo Programa, que viabilizou a incorporação dos frutos da jussara em barrinhas de cereais. O estudo foi conduzido pela pesquisadora Laura Isabella Lopes Favaro, que mostrou como os frutos podem ser aproveitados como alimentos funcionais, ricos em compostos bioativos.

TO KNOW BETTER: FROM COSMETICS TO CEREAL BARS

In the 3rd issue of the Science @ Uniso magazine (June, 2019), you can find a story on another Master's research, from the same graduate program, which dealt with the incorporation of the fruits of the jussara palm tree into cereal bars. The study was conducted by the researcher Laura Isabella Lopes Favaro, who proposed a way to use the fruits as functional food, once they are rich in bioactive compounds.

Foto/Photo: ShutterStock

A palmeira jussara era utilizada pela população nativa da Bahia até o Rio Grande do Sul
The jussara palm tree was used by native Brazilians from the Northeast to the South

de aproveitamento total do fruto da jussara. Tanto o xampu quanto o esfoliante se mantiveram íntegros por até 90 dias de armazenamento em condições adequadas", Marco resume.

O potencial de aplicação da pesquisa considera o relevante mercado consumidor de cosméticos no Brasil, que é o quarto maior do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos, da França e da China. "Hoje, o desafio dessa indústria é tentar buscar inovações para atender à demanda de um público cada vez mais exigente e preocupado com a compra de produtos ecologicamente corretos, como é o caso dos cosméticos desenvolvidos na Uniso", conclui a pesquisadora.

The research's application potential takes into account the relevant consumer market for cosmetics in Brazil, which is the fourth largest in the world, only behind the United States, France, and China. "Nowadays, this industry's biggest challenge is to continuously innovate in order to meet the increasing demands of a public that is concerned with purchasing eco-friendly products, just as the cosmetics developed here at Uniso," the researcher concludes.

Com base na dissertação "Valorização do fruto da jussara *(Euterpe edulis Martius)*: aplicação em formulações cosméticas", do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação da professora doutora Marta Maria Duarte Carvalho Vila e aprovada em 20 de fevereiro de 2017. A veiculação pública da dissertação se dará somente após a publicação dos resultados na forma de artigos científicos.

The research will be made publicly available after results are published as scientific papers.

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Beija-flor-de-peito-azul *(Amazilia lactea)*

A pesquisadora Juliana Ferreira de Souza desenvolveu um cristal líquido biomimético com potencial para diversas aplicações na indústria farmacêutica

Researcher Juliana Ferreira de Souza developed a biomimetic liquid crystal with potential for several applications by the pharmaceutical industry

Cristal líquido:

DA TELA DA SUA TV PARA A PRATELEIRA DA FARMÁCIA

Liquid crystals:

FROM YOUR TV SCREEN TO THE SHELVES OF YOUR DRUGSTOTRE

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Em que você pensa quando lê o termo "cristal líquido"? É muito provável que a primeira coisa que venha à sua mente seja um monitor de TV ou computador, os chamados LCDs — sigla para *liquid crystal displays*, ou, em português, telas de cristal líquido. Mas você sabe como esses monitores funcionam?

Os cristais líquidos são um tipo de material cujas propriedades físicas são fases intermediárias entre líquidos e sólidos. Eles fluem como se fossem líquidos, mas, por outro lado, são compostos de moléculas alinhadas e ordenadas, como se fossem sólidos. Uma característica importante desses materiais é a sua reatividade a estímulos (como os elétricos), o que se dá devido a ligações moleculares fracas. No caso dos monitores de TV e outros dispositivos eletrônicos, por exemplo, o cristal fica aprisionado entre duas camadas de vidro e é estimulado por eletrodos em pequenos pontos determinados, o que faz com que haja variação na opacidade do cristal, determinando em última instância a imagem que você verá em sua tela.

"O cristal líquido foi descoberto pelo botânico austríaco Friedrich Reinitzer em 1888, por meio da observação de dois pontos de fusão distintos numa amostra de benzoato de colesterila. Nas amostras sólidas, o aumento de temperatura levava inicialmente à formação de um líquido turvo, mas, se o aumento da temperatura fosse continuado, o resultado era um líquido transparente", explica a farmacêutica Juliana Ferreira de Souza, que estudou o material em seu mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso).

E por que alguém estaria estudando cristais líquidos num programa de Farmácia? — você poderia se perguntar. A questão é que a aplicabilidade dos cristais líquidos vai muito além do monitor de um computador ou da tela do seu celular. Há vários outros locais em que você encontraria cristais líquidos. Até mesmo dentro do seu corpo.

"Há cristais líquidos biológicos que são encontrados, por exemplo, nos ácidos nucléicos, nas proteínas, nos hidratos de carbono e nas gorduras", lista Souza. "Eles são sensíveis a vários tipos de estímulos: a campos eletromagnéticos, ao pH, a diferentes substratos e interfaces, à temperatura, à intensidade da luz, ao ultrassom e por aí vai." E é justamente essa sensibilidade aos estímulos que interessa à indústria farmacêutica, pois é possível copiar essas propriedades em cristais líquidos sintetizados, **BIOMIMÉTICOS**, para diversos fins.

What do you think about when you read the words "liquid crystal"? It is very likely that the first thing that comes to your mind is a TV or a computer screen, the so-called LCD, an acronym for liquid crystal display. But do you know how these screens work?

Liquid crystals are a kind of material that possesses physical properties that are intermediate phases between liquids and solids. They flow as if they were liquid, but, on the other hand, they are composed of aligned and ordered molecules, as if they were solid. An important feature of these materials is their reactivity to stimuli (such as the electrical), which is due to weak molecular bonds. In the case of TV screens and other electronic devices, for example, the crystal is positioned between two layers of glass, and is stimulated by electrodes at certain small spots, which causes variation in the opacity of the crystal, ultimately determining the image you will see on the screen.

"Liquid crystals were discovered by the Austrian botanist Friedrich Reinitzer in 1888, through the observation of two distinct melting points in a sample of cholesteryl benzoate. In the solid samples, the increasing of temperature initially led to the formation of a cloudy liquid, but if the temperature rise was continued, the result was a clear liquid," explains the pharmacist Juliana Ferreira de Souza, who studied the material throughout her Master's research, at Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences.

"And why would anyone be studying liquid crystals in a research program in Pharmaceutical Sciences?," you might be asking yourself. The point is that the applicability of liquid crystals goes far beyond the screen of a computer or one's cell phone. There are several other places where you can find liquid crystals. Even inside your body.

"There are biological liquid crystals that are found, for example, in nucleic acids, in fat, in proteins, and in carbohydrates," Souza lists. "They are sensitive to many types of stimuli: electromagnetic fields, pH, different substrates and interfaces, temperature, light intensity, ultrasound, and so on." And this sensitivity to stimuli is precisely what matters to industry, because it is possible to copy these properties into synthesized, **BIOMIMETIC** liquid crystals for various purposes.

PARA SABER MAIS: O QUE SÃO MATERIAIS BIOMIMÉTICOS?

O nome, de origem grega, já diz tudo: biomimético é um material que imita algo que é vivo. "Materiais biomiméticos são produtos projetados racionalmente, que oferecem vantagens em relação aos materiais convencionais não modificados", explica a pesquisadora. "Podem ser utilizados tanto na medicina regenerativa quanto em sistemas de liberação controlada de fármacos. São denominados biomiméticos quando são projetados para detectar e responder a estímulos fisiológicos, ou então para imitar ou se assimilar aos aspectos estruturais e funcionais de um ser vivo, seja ele vegetal ou animal, em especial o ser humano."

TO KNOW BETTER: WHAT ARE BIOMIMETIC MATERIALS?

The name, of Greek origin, says it all: biomimetic materials mimic something that is alive. "Biomimetic materials are rationally designed products that offer advantages over unmodified conventional materials," the researcher explains. "They can be used both in regenerative medicine, and controlled drug delivery systems. They are called biomimetic when they are designed to detect and respond to physiological stimuli, or to mimic or assimilate structural and functional aspects of a living being, either a vegetable or an animal, and especially the human being."

APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Em sua pesquisa, Souza formulou um cristal líquido biomimético que pode ser usado para a liberação controlada de um fármaco específico, a curcumina. Ela explica que a curcumina é uma substância com propriedades antibióticas, antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes, que está normalmente sujeita à degradação oxidativa pela exposição à luz e ao calor. Encapsular a curcumina no cristal líquido é uma forma de protegê-la, garantindo que ela se mantenha íntegra durante a estocagem e

APPLICATIONS IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY

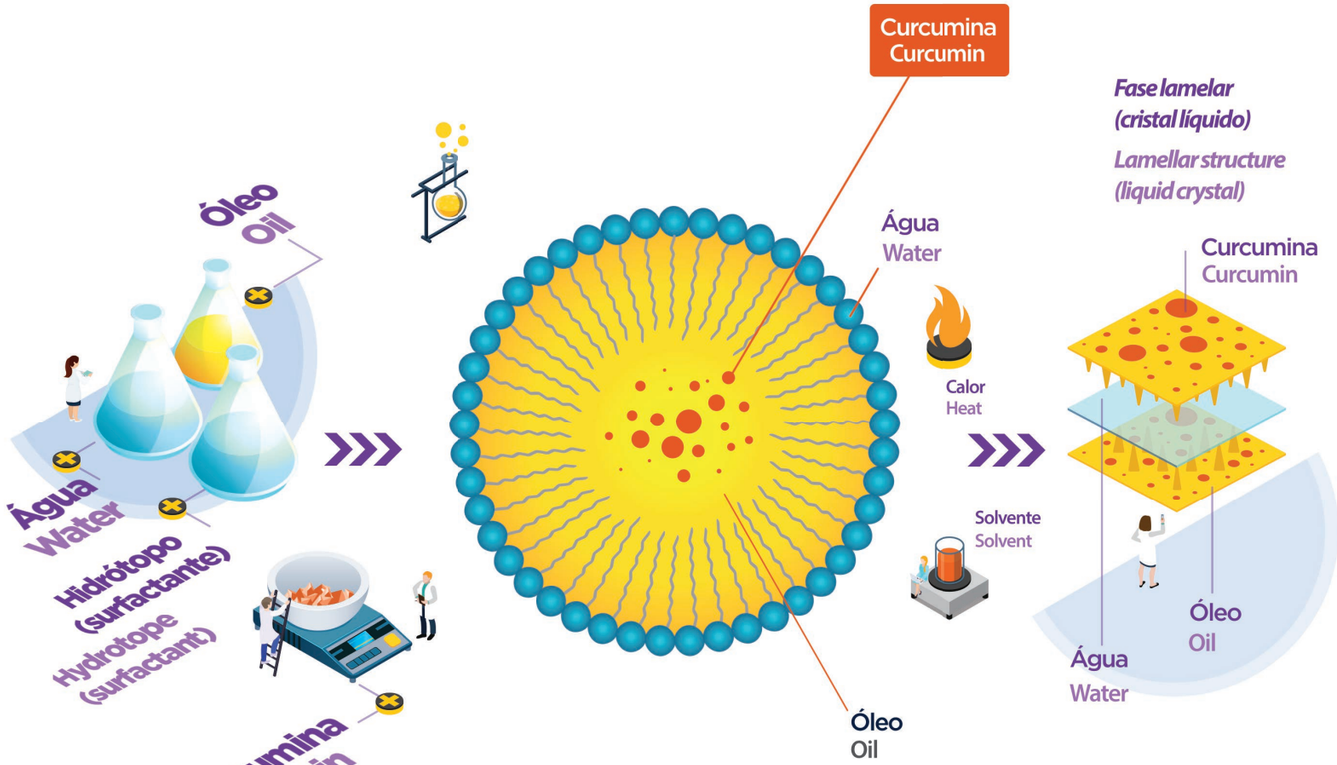
In her research, Souza formulated a biomimetic liquid crystal that can be used for the controlled release of a specific drug, the curcumin. She explains that curcumin is a substance with antibiotic, anti-inflammatory, and healing properties, which is normally subject to oxidative degradation by the exposure to light and heat. Encapsulating curcumin in the liquid crystal is a way to protect it, ensuring that it remains intact and biologically active during storage, until it reaches the spot within

biologicamente ativa até chegar ao local do corpo humano onde suas propriedades terapêuticas deverão se manifestar. Para isso, Souza criou uma forma de cristal líquido a partir de uma emulsão de lipídios em meio aquoso.

"Emulsões são sistemas formados por líquidos imiscíveis — ou seja, líquidos que não se misturam um com o outro, como o óleo e a água —, acrescidos de uma substância que altera a tensão superficial do sistema resultante, que é chamada de surfactante. As propriedades físicas dos sistemas emulsionados dependem da escolha correta do surfactante e de sua concentração, do tamanho das gotas dispersas, da concentração das fases e da técnica empregada na sua preparação", explica a pesquisadora.

A essas emulsões, Souza acrescentou a curcumina. Por ter solubilidade limitada na água, a curcumina se liga à fase oleosa da emulsão. Quando a temperatura aumenta (36-37ºC), em laboratório ou potencialmente em contato com o corpo humano, as moléculas se rearranjam num novo padrão (de uma estrutura micelar para uma estrutura lamelar, em camadas delgadas semelhantes às células humanas), com comportamento de cristais líquidos. Assim, a curcumina fica duplamente protegida, pela fase oleosa e pelas várias camadas que formam o cristal líquido resultante.

"Diferentes formulações e técnicas foram empregadas nesse estudo, de modo a selecionar os componentes das formulações e as melhores condições experimentais para a obtenção dos sistemas baseados em emulsões. Nos testes que fizemos, nós conseguimos obter os cristais líquidos e incorporar a curcumina, com uma taxa de liberação em torno de 30%", diz Souza. Isso significa que, uma vez incorporada num medicamento viável, cerca de um terço da curcumina encapsulada no cristal líquido seria liberada no corpo humano. Essa taxa de liberação a partir de cristais líquidos é superior a outros produtos convencionais e novos estudos, atualmente em desenvolvimento no Laboratório de Biomateriais e Nanotecnologia da Uniso



Conforme aumenta a temperatura, a configuração molecular da emulsão muda de uma estrutura micelar para uma estrutura lamelar, que se comporta como cristais líquidos

the human body where its therapeutic properties are actually supposed to manifest. In order to do so, Souza developed a liquid crystal from an emulsion of lipids in an aqueous environment.

"Emulsions are systems formed by immiscible liquids—namely liquids that do not mix, such as oil and water—plus a substance that changes the surface tension of the resulting system, which is called surfactant. The physical properties of the emulsified systems depend on the correct choice of surfactant and its concentration, the size of the dispersed droplets, the concentration of the phases, and the technique used during its preparation," the researcher explains.

To these emulsions, Souza added curcumin. Due to its limited solubility in water, curcumin binds to the oily phase of the emulsion. When the temperature rises (36-37°C, around 97-99°F, or body temperature), in the laboratory or potentially in contact with the human body, the molecules rearrange in a new pattern (from a micellar structure to a lamellar structure, assuming the shape of thin layers, similarly to human cells), that behaves like a liquid crystal. That way, curcumin is protected twice, by the oily phase and the various layers forming the resulting liquid crystal.

"Different formulations and techniques were used in this study, in order to select the components of the formulations and the best experimental conditions for obtaining the emulsion-based systems. In the tests we performed, we were able to obtain liquid crystals and incorporate curcumin into them, achieving a release rate around 30%," Souza says. This means that, once incorporated into a viable drug, about one third of the curcumin encapsulated within the liquid crystal would be released into the human body. This release rate based on liquid crystals is higher than the ones based on other conventional products, and new studies currently under development at Uniso's Laboratory of Biomaterials and Nanotechnology (LaBNUS) have an even higher release rate. Thus, the grouping of liquid crystal plus curcumin has the potential for various medicinal

As temperature rises, the emulsion's molecular configuration changes from a micellar structure to a lamellar structure, which behaves like a liquid crystal

(LaBNUS), apresentam uma taxa de liberação ainda mais elevada. Dessa forma, o conjunto cristal líquido-curcumina tem todo o potencial para diversas aplicações medicamentosas: em forma de géis para aplicação tópica, sobre a pele (como no caso dos cosméticos), ou em diferentes mucosas, como as das cavidades oral, nasal e urogenital.

"Por enquanto, há pouca aplicabilidade comercial para emulsões como essas, pois elas ainda são pouco acessíveis, por serem produtos bastante caros. Mas é justamente daí que vem a importância de se pesquisar essas formulações de cristal líquido, para chegar a formulações com custo-benefício favorável a todas as classes econômicas, que possam ser usadas pela rede pública de saúde", explica a pesquisadora, ressaltando o fato de essas pesquisas acontecerem no LaBNUS, que fica no Parque Tecnológico de Sorocaba, um espaço propício para futuras parcerias com a indústria farmacêutica e *start-ups* focadas em inovações tecnológicas.

Para quem deseja ler mais sobre cristais líquidos biomiméticos, Souza e a equipe do LaBNUS publicaram em 2017 o artigo "Spotlight on Biomimetic Systems Based on Lyotropic Liquid Crystal" (em inglês), no periódico internacional Molecules. O conteúdo é gratuito e está disponível para acesso livre.

applications: in the form of gels for application on the skin (as in the case of cosmetics), or in different mucous membranes, such as the oral, the nasal and the urogenital ones.

"For now, there is little commercial applicability for emulsions like these, as they are not so accessible for still being quite expensive. But it is precisely due to this reason that researching these liquid crystal formulations is important, so it is possible to achieve cost-effective formulations that are affordable to all economic classes, so they can be used by the public health network," the researcher explains, highlighting the fact that these researches take place at LaBNUS, located at the Sorocaba Science Park, a prosperous space for future partnerships with the pharmaceutical industry and start-ups focused on technological innovations.

For those who want to read more on biomimetic liquid crystals, Souza and the team from LaBNUS published in 2017 the article "Spotlight on Biomimetic Systems Based on Lyotropic Liquid Crystal" (in English), in the international journal Molecules. The content is available free of charge.

Com base na dissertação "Desenvolvimento e avaliação de nanopartículas cristalinas líquidas, liotrópicas, para veiculação e liberação de curcumina", do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação do professor doutor Marco Vinicius Chaud e aprovada em 9 de fevereiro de 2017.

O trabalho completo contém artigos científicos ainda não publicados. A divulgação pública se dará somente após a publicação dos resultados.

The research will be made publicly available after results are published as scientific papers.

Besourinho-de-bico-vermelho *(Chlorostilbon lucidus)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Pesquisadora estuda como aplicar lógica difusa a

SISTEMAS ATIVOS DE SUSPENSÃO AUTOMOTIVA

Researcher studies how to apply fuzzy logic to

ACTIVE AUTOMOTIVE SUSPENSION SYSTEMS

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

A pesquisadora Neusa Valentim da Silva, no Laboratório de Automação da Uniso
Researcher Neusa Valentim da Silva, at Uniso's Automation Laboratory

Se você for aficionado(a) por carros, é possível que já tenha visto um comercial clássico da Volkswagen em que três pessoas desmontam um Fusca em menos de um minuto. O narrador brinca com uma dúvida que talvez você já tenha tido: com quantas partes se faz um carro? Naturalmente, a resposta vai mudar bastante de acordo com o período histórico e o modelo, mas, dentre todos esses inúmeros componentes, qual o mais importante? Para a engenheira Neusa Valentim da Silva, que acumula mais de uma década de atuação profissional na indústria de componentes automotivos, há um conjunto de partes em especial que certamente está entre os mais importantes num veículo automotor — e você, motorista, concordará com ela cada vez que precisar encarar uma estrada esburacada —: a suspensão automotiva.

Ela explica: a suspensão é o sistema responsável por isolar os passageiros e a carga, protegendo-os das vibrações causadas pelas irregularidades do piso. “Um bom sistema de suspensão automotiva deve apresentar uma boa resposta no contato com a pista, ao mesmo tempo em que deve fornecer conforto aos ocupantes do veículo enquanto se percorre um trajeto acidentado. Quando o veículo recebe qualquer distúrbio proveniente da pista — buracos, fissuras, degraus ou lombadas —, ele não deve apresentar oscilações drásticas, e essas oscilações devem se dissipar rapidamente”, diz Silva. Em sua dissertação de mestrado, defendida no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso) e orientada pelo professor doutor Waldemar Bonventi Júnior, ela tratou justamente desse assunto.

As suspensões automotivas podem variar de passiva a ativa, passando pelas semiativas. Silva explica que as suspensões passivas são sistemas mecânicos simples, formados por molas e amortecedores não controlados fixados entre a estrutura de suporte da roda e o corpo do veículo, funcionando mecanicamente em paralelo. A constante da mola e os valores dos coeficientes de amortecimento são fixos (conforme aplicação), o que significa que é somente a condição de irregularidades da estrada, ao agir sobre o sistema de molas do veículo, que vai determinar a reação do amortecedor e das rodas. No caso da suspensão

If you are a car aficionado, you may have already watched a classic Volkswagen commercial where three people disassemble a Beetle in less than a minute. The narrator then asks a question you may have had yourself: how many parts does it take to make a car? Naturally, the answer will change a lot according to the historical period and the car model, but out of all these numerous components, which one is the most important? According to the engineer Neusa Valentim da Silva, who accumulates more than a decade of professional experience in the automotive components industry, there is a particular set of parts that is certainly one of the most important in a motor vehicle—and you, the driver, will probably agree with her every single time you have to drive on a bumpy road—: the automotive suspension.

She explains: the suspension is the system responsible for isolating passengers and cargo, protecting them from vibrations caused by irregularities on the ground. “A good automotive suspension system should respond well in contact with the road while providing comfort to the occupants as the vehicle travels on a bumpy surface. When the vehicle faces any disturbance on the road—holes, cracks, steps, or bumps—it should not go through drastic oscillations, and these oscillations should dissipate quickly,” Silva says. She addressed this subject in her Master’s thesis, defended at Uniso’s graduate program in Technological and Environmental Processes, advised by professor Waldemar Bonventi Júnior.

Automotive suspensions can range from passive to active, including semi-active. Silva explains that passive suspensions are simple mechanical systems consisting of uncontrolled springs and shock absorbers, fixed between the support structure of the wheel and the vehicle body, functioning mechanically in parallel. The spring constant and the damping ratio are fixed values, which means that it is only the condition of irregularities on the road, upon acting on the

Foto/Photo: ShutterStock

Com quantas partes se faz um carro?
How many parts does it take to make a car?

semiativa, o leiaute mecânico é idêntico, com apenas um coeficiente de amortecimento variável e uma constante de mola sem fontes de força ativa. Também não há sensores recebendo sinais de estímulo da via para o controle da movimentação das rodas para cima ou para baixo, a não ser a ação mecânica das molas, o que, para a automação, caracteriza esse sistema como um sistema de malha aberta. Essa situação muda quando o veículo é equipado com um sistema de suspensão ativa (para a automação, com controle de malha fechada), que é vinculado a um computador de bordo, o qual está constantemente recebendo dados sobre a pista e também sobre o próprio carro, por meio de sensores.

vehicle’s spring system, that will determine the reaction of the damper and the wheels. In the case of semi-active suspension, the mechanical layout is identical, relying on a variable damping ratio, and on a spring constant with no active power sources. There are also no sensors receiving signals from the road to control wheel movement up or down, besides the mechanical action of the springs, which in automation would characterize this system as an open loop system. This situation changes when the vehicle is equipped with an active suspension system (a closed loop control system), which is linked to an onboard computer

"Uma suspensão ativa inclui um atuador (hidráulico, pneumático, eletromagnético ou híbrido) que pode fornecer força ativa, de modo a compensar os deslocamentos e as vibrações da via. A força a ser aplicada é regulada por um algoritmo de controle usando dados de sensores conectados ao veículo. Esses controladores convencionais controlam um sistema massa-mola-amortecedor, ou seja, a mola suporta a carga estática da massa suspensa e o atuador de força fornece a força reativa necessária para minimizar ou absorver a deformação causada por irregularidades na estrada. Logo a decisão se dá sobre o sistema como um todo", diz a pesquisadora.

Nesse caso, os parâmetros não são fixos, como num sistema puramente mecânico, o que significa que o computador de bordo precisa "decidir" como o veículo irá reagir de acordo com cada situação — e tão rapidamente quanto for possível. Se tudo estiver funcionando apropriadamente, o sistema tem a capacidade de movimentar o chassi verticalmente de acordo com a necessidade, corrigindo o impacto das irregularidades da via sobre os passageiros dentro do veículo, o que significa ganhos em conforto e segurança. Segundo a pesquisadora, esses devem ser os focos das pesquisas que buscam novas alternativas para as suspensões automotivas.

PENSANDO COMO UM SER HUMANO

O que Silva propôs em sua pesquisa de mestrado foi a aplicação de um conceito que é conhecido como **LÓGICA DIFUSA** (ou *fuzzy logic*, em inglês) nesse tipo de controle ativo. Trata-se de uma técnica que tenta incorporar em sistemas automatizados de controle a forma humana de se pensar. A partir da introdução desse conceito, que originalmente data de meados da década de 1960, espera-se que a lógica de raciocínio das máquinas se torne mais dedutiva.

"A lógica difusa lida com a incerteza na engenharia, atribuindo graus de certeza às respostas a uma pergunta lógica. Ela não é a solução para todos os problemas técnicos, mas pode ser a resposta para problemas de controle em que a simplicidade e a velocidade de implementação são importantes, como é o caso de um sistema de suspensão automotiva", explica Silva.

that constantly receives data from sensors, about the road and the car itself.

"An active suspension includes an actuator (that can be hydraulic, pneumatic, electromagnetic, or hybrid) which provides active force to compensate for displacement and vibration. The force to be applied is regulated by a control algorithm using data from sensors connected to the vehicle. These conventional controllers control a mass-spring-damper system, meaning the spring supports the static load of the suspended mass, and the actuator provides the reactive force in order to minimize or absorb deformation caused by irregularities on the road. Therefore, decision-making considers the system as a whole", the researcher says.

In this case, parameters are not fixed, as in a purely mechanical system, which means that the computer needs to "decide" how the vehicle will react to each situation—as quickly as possible. If everything is working properly, the system is able to move the chassis vertically as needed, correcting the impact of road irregularities on passengers inside the vehicle, which means gains in comfort and safety. According to the researcher, these should be the focus of research seeking new alternatives to automotive suspensions.

THINKING LIKE A HUMAN BEING

In her thesis, Silva proposed that a concept known as **FUZZY LOGIC** could be applied to this kind of active control. It is a technique that attempts to incorporate the human way of thinking into control systems. The concept dates from the mid-1960s, and it is supposed to make the reasoning logic of machines more deductive.

"Fuzzy logic deals with uncertainty in engineering by assigning degrees of certainty to the answers to a logical question. It is not the solution to all technical problems, but it may be the answer to control issues in which simplicity

PARA SABER MAIS: O QUE É A LÓGICA DIFUSA?

Antes da implementação da lógica difusa, sistemas automatizados trabalhavam de forma puramente binária: 0 era igual a "falso" e 1 era igual a "verdadeiro". Podia-se perguntar a uma máquina numa linha de montagem, por exemplo, se uma peça era boa ou não, e elas seriam consideradas 100% boas ou 100% ruins. O problema é que nem tudo pode ser compreendido a partir dessa lógica binária; uma peça pode ser 99% boa e, ainda assim, ser aceitável. Um ser humano perceberia isso, mas uma máquina não, e é aí que entra a lógica difusa, compreendendo um continuum de valores entre 0 e 1 (ou entre 0% e 100%).

TO KNOW BETTER: WHAT IS FUZZY LOGIC?

Before the implementation of the fuzzy logic, automated systems worked in a purely binary way: 0 was equal to "false", and 1 was equal to "true." One could ask a machine on an assembly line, for example, whether a car part was good or not, and they would be considered 100% good or 100% bad. The problem is that not everything can be understood according to this binary logic; a given car part can be 99% good and still be acceptable. A human being would be able to notice this, but a machine would not, and this is where fuzzy logic comes in, comprising a continuum of values between 0 and 1 (or between 0% and 100%).

Em sua pesquisa, ela conduziu uma série de simulações em computador, com o intuito de comparar os sistemas convencionais (PD) de controle aos sistemas *fuzzy*, buscando obter ao menos respostas análogas. Seus resultados indicam que os controladores difusos, que recentemente têm tido sucesso nas aplicações em

Em simulação, o controlador *fuzzy* reduz o tempo de acomodação de 40 para 2 segundos

diversos sistemas complexos (como, por exemplo, no controle de vazão e em freios do tipo ABS), podem ser utilizados, também, em sistemas de suspensão automotiva.

In her research, she ran a series of computer simulations to compare conventional control systems to fuzzy systems, seeking at least analogous responses. Her results indicate that

In a simulation, the fuzzy controller reduces accommodation time from 40 to 2 seconds

fuzzy controllers, which have recently been successfully applied in many complex systems (such as flow control, and ABS brakes), can also be used in automotive suspension systems.

Na simulação, Silva considerou o sistema massa-mola-amortecedor de uma roda de ônibus, começando por um sistema simples e aumentando a complexidade gradativamente. “O distúrbio proveniente da pista foi simulado por meio de uma função degrau, que pode representar um buraco ou uma descontinuidade brusca no pavimento. No gráfico da resposta do sistema sem nenhum controle, percebe-se claramente que o sistema é subamortecido, dadas as várias oscilações que ele apresenta antes de se acomodar. Ocupantes desse veículo hipotético sentiriam um grande desconforto devido ao enorme tempo de acomodação dessa suspensão, de aproximadamente 40 segundos. Com a inclusão do controlador, o tempo de acomodação cai para 2 segundos”, resume a pesquisadora.

“Por fim, em relação ao controlador *fuzzy*, o ajuste realizado se mostrou satisfatório, com desempenho comparável ao controlador convencional (PD)”, ela conclui, destacando que a grande vantagem desse tipo de controle está na rapidez da resposta obtida — um fator essencial num campo em que cada milésimo de segundo tem o potencial de fazer toda a diferença.

In the simulation, Silva considered the mass-spring-damper system of a bus wheel, starting with a simple system and gradually increasing complexity. “The disturbance from the road was simulated by a step, which can represent a hole or a sudden discontinuity in the pavement. In the graph of system response without any control, it is clear that shocks are not fully absorbed, given oscillations it presents before settling. Occupants of this hypothetical vehicle would experience great discomfort due to the lengthy accommodation time of this suspension, which would take approximately 40 seconds. By including the controller, the accommodation time drops to 2 seconds,” the researcher summarizes.

“After all, when it comes to the fuzzy controller, the adjustment was satisfactory, since its performance was comparable to the one of the conventional controller,” she concludes, emphasizing that the great advantage of this type of control is the response speed—an essential factor in a field where every thousandth of a second has the potential to make all the difference.

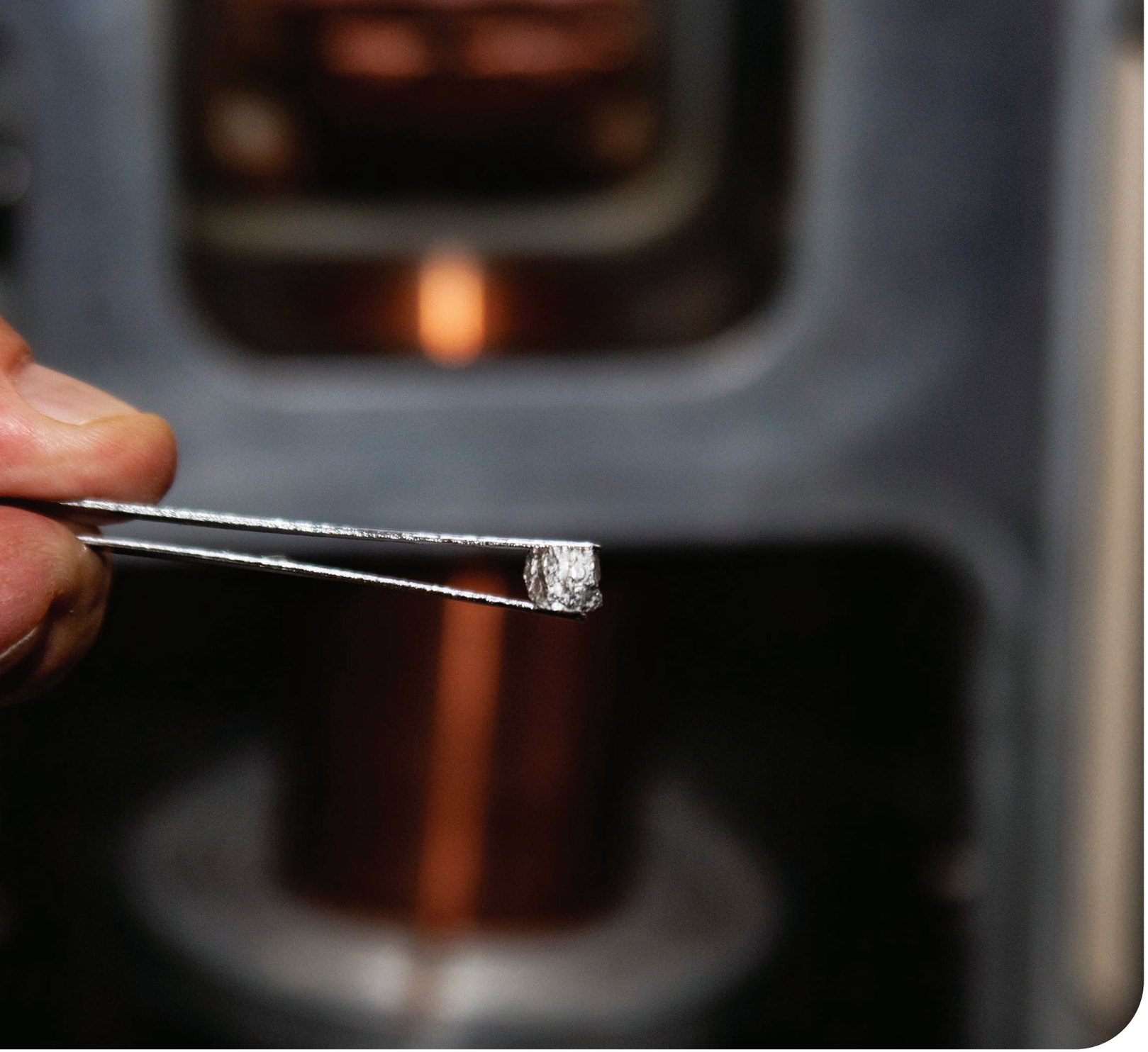
Com base na dissertação “Controle de suspensão ativa automotiva por lógica difusa (*“fuzzy logic”*)”, do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação do professor doutor Waldemar Bonventi Júnior e aprovada em 16 de novembro de 2017.

Acesse o texto completo da pesquisa em português:

Follow the link to access the full text of the original research (in Portuguese):

Pica-pau-do-campo *(Colaptes campestris)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro



O material foi chamado de Diamante Metálico e pode conter até nove elementos diferentes em sua formulação
The material was called Metallic Diamond, and can contain up to nine different elements in its formulation

NASA iTech
2019 CYCLE II
TOP 25 SEMIFINALIST

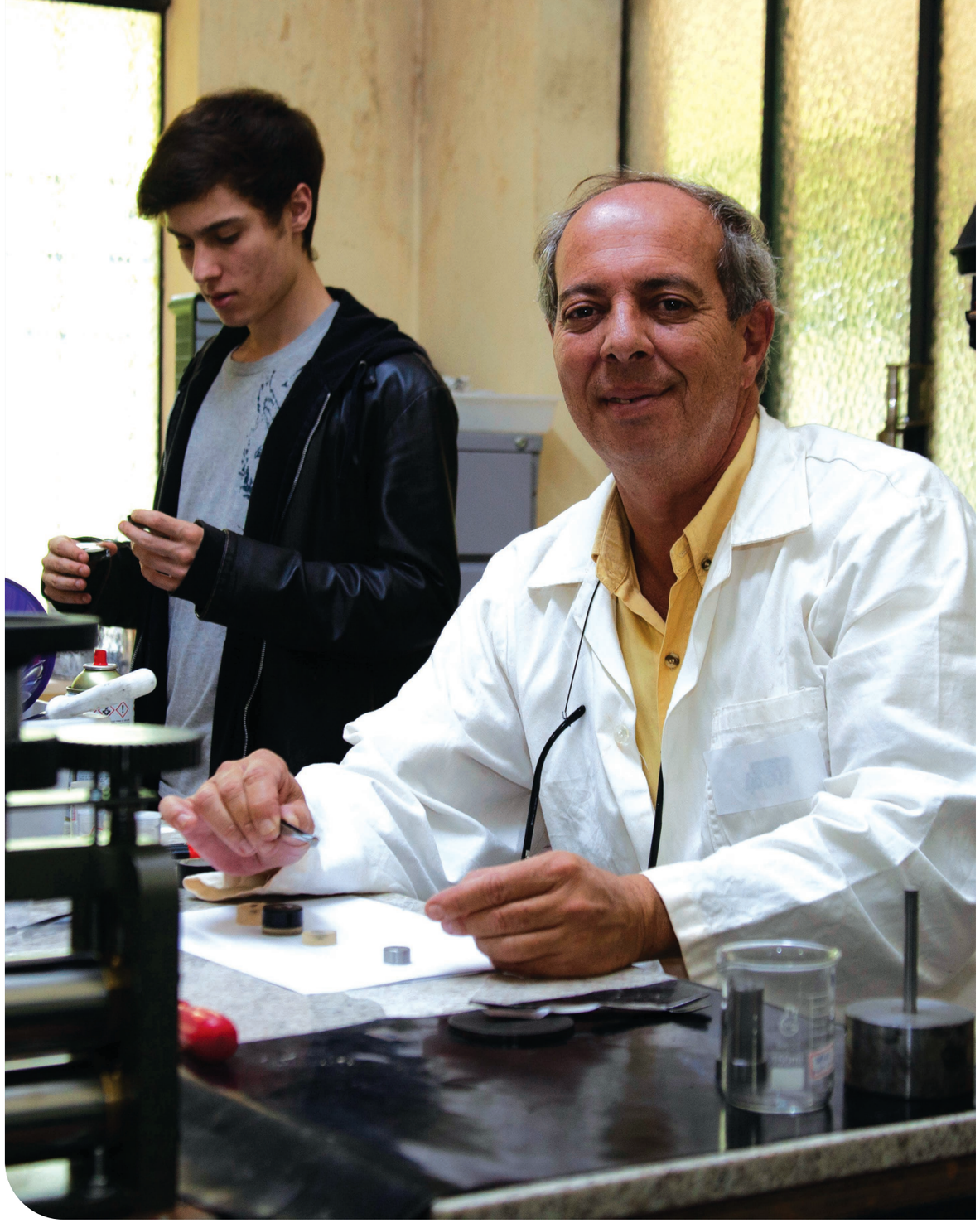
Pesquisador da Uniso desenvolve

LIGA METÁLICA MAIS DURA DO MUNDO

Researcher at Uniso develops

THE WORLD'S HARDEST ALLOY

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro



O professor doutor Thomaz Restivo (à frente), acompanhado por seu filho Gustavo Restivo
Professor Thomaz Restivo (front), accompanied by his son Gustavo Restivo

“Quando eu era criança, eu sempre gostei de brincar com Lego. Então, quando eu aprendi o que era a tabela periódica, eu quis fazer com os elementos a mesma coisa que eu fazia com os tijolos de Lego: combinar a maior quantidade possível deles para criar uma coisa única. Como eu sempre tive esse negócio de discutir ideias com o meu pai, eu perguntei a ele o que aconteceria se nós pudéssemos combinar todos os elementos da tabela periódica num material só.” Quando Gustavo Restivo, atualmente com 20 anos, fez essa pergunta ao pai, alguns anos antes de ser admitido no curso de graduação em Engenharia Mecânica da Universidade de Sorocaba (Uniso), ele jamais poderia imaginar que estaria contribuindo para a criação e o desenvolvimento da liga metálica mais dura já conhecida pela humanidade.

“Eu me lembro de quando ele me fez essa pergunta...”, relembra o pai de Gustavo, o professor doutor Thomaz Restivo, que é pesquisador da Uniso e docente no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, incluindo a linha de pesquisa “Processamento e caracterização de materiais e produtos”. “Eu expliquei a ele que o material resultante dessa mistura ficaria muito duro. Mas aí eu pensei: ‘na verdade, nós não precisamos misturar todos os elementos, nós só precisamos de nove’.”

Esse não é um número arbitrário, como explica o pesquisador, pois são necessários nove átomos para compor as células cúbicas de corpo centrado, como são chamadas as estruturas atômicas que formam os metais mais duros.

VISUALIZANDO A ESTRUTURA ATÔMICA DO DIAMANTE METÁLICO

A partir daí, começou uma busca por quais seriam esses elementos — uma busca que começaria a revolucionar o cenário das ligas metálicas e renderia ao professor Restivo e à Uniso um lugar entre os semifinalistas da NASA iTech, uma competição internacional criada pela agência espacial dos EUA para identificar “tecnologias de ponta desenvolvidas fora da NASA, que resolvem problemas aqui na Terra, mas que também têm o potencial de dar conta dos desafios enfrentados na exploração da Lua e de Marte.”

“When I was a child, I always enjoyed playing with Legos. So, when I learned what the periodic table was, I wanted to do with the elements the same thing I did with Lego bricks: to combine as many of them as possible to create a unique thing. I was used to always discuss ideas with my father, so I asked him what would happen if we could combine all the elements of the periodic table in one single material.” When Gustavo Restivo, who is currently 20 years old, asked his father this question, a few years before enrolling at Uniso’s Mechanical Engineering undergraduate program, he could never have imagined that he would be contributing to the creation and development of the hardest alloy ever known to mankind.

“I do remember when he asked me that question...”, recalls Gustavo’s father, professor Thomaz Restivo, who is a researcher at Uniso, and a professor at the university’s graduate program in Technological and Environmental Processes, which includes a line of research titled “Processing and characterization of materials and products.” “I explained to him that the material that would result from this mixture would be very hard. But then I thought: ‘Actually, we don’t need to mix all the elements, we only need nine.’”

As the researcher explains, this is not an arbitrary number, since it takes nine atoms to compose the body-centered cubic crystal structure, the name given to the atomic structures that form the hardest metals.

VISUALIZING THE ATOMIC STRUCTURE OF THE METALLIC DIAMOND

Since then, there was a search for those elements—a search that would begin to revolutionize the alloy scenario, and would grant professor Restivo and Uniso a place among the semifinalists of NASA iTech, an international competition created by the US space agency to identify “cutting-edge technologies being developed outside of NASA that solve problems here on Earth but also have the potential to address the challenges facing exploration of the Moon and Mars.”

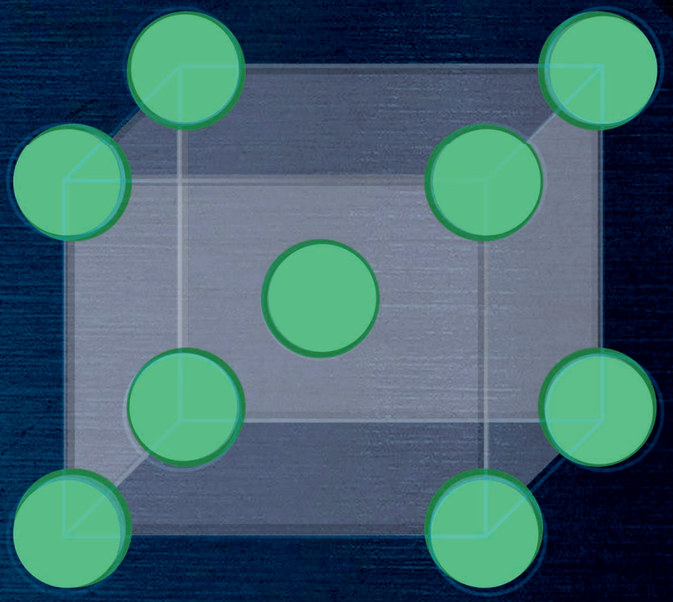
ESTRUTURA ATÔMICA DO DIAMANTE METÁLICO

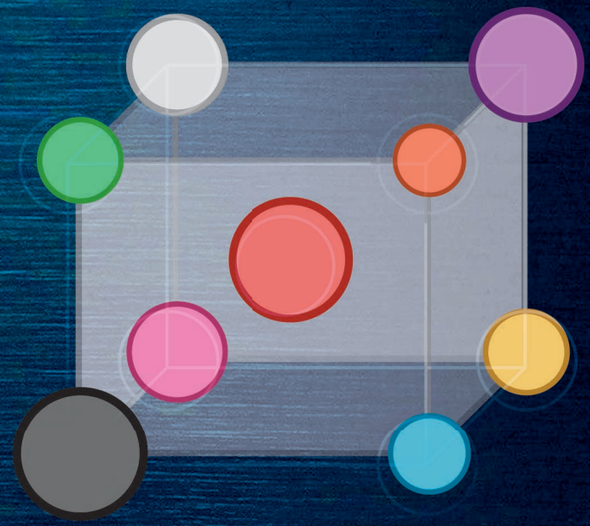
ATOMIC STRUCTURE OF THE METALLIC DIAMOND

1.

Essa configuração, chamada de célula cúbica de corpo centrado é caracterizada pelo agrupamento ordenado dos átomos nas três dimensões. Na primeira imagem, todas as nove posições possíveis são ocupadas por átomos de um mesmo elemento.

This configuration, called body-centered cubic crystal structure, is characterized by the grouping of atoms in three dimensions, in an orderly manner. In the first image, all nine possible slots are occupied by atoms of the same element.





2.

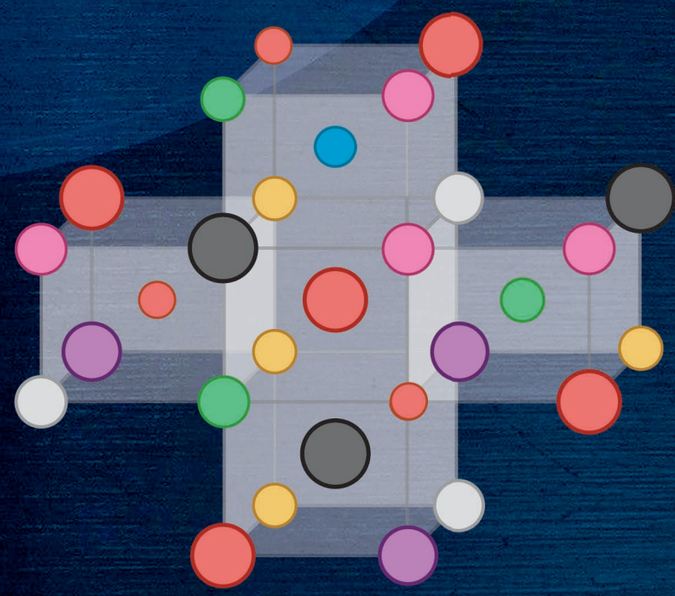
No caso do Diamante Metálico desenvolvido na Uniso, cada uma das nove posições é ocupada por um átomo diferente, totalizando nove elementos distintos.

In the case of the Metallic Diamond developed at Uniso, each one of the nine slots is occupied by a different atom. Therefore, there are up to nine different elements.

3.

A configuração da estrutura resultante torna esse material menos propício ao movimento de discordância, que são irregularidades estruturais. Por isso o Diamante Metálico é tão resistente.

The configuration of the resulting structure makes this material less susceptible to dislocation, which causes structural irregularities. That is why the Metallic Diamond is so resistant.



DIFERENCIAL E APLICAÇÕES

Ferro, cromo e nióbio foram alguns dos elementos utilizados no desenvolvimento da nova liga. A receita completa, incluindo o método de produção, ainda é um segredo, até que o processo de patente do Diamante Metálico — o nome dado ao produto — seja finalizado. "Há várias configurações diferentes para o Diamante Metálico", conta o pesquisador, "a mais promissora contém sete elementos. O processo de fabricação inclui uma técnica especial de homogeneização e pré-formação, que pode acontecer em fornos a arco, plasma ou indução".

O resultado é uma configuração atômica que torna o Diamante Metálico menos propício ao movimento de discordâncias, como são chamadas as irregularidades nas estruturas cristalinas que causam a deformação nos metais. É por isso que o Diamante Metálico é tão duro quando comparado a outros materiais, perdendo somente para o diamante e as cerâmicas covalentes (formadas por carbetos e nitretos).

Podendo chegar a 2.500 HV — a unidade de medida utilizada para mensurar a dureza dos materiais —, o Diamante Metálico é mais duro do que a safira (2.100 HV) e três vezes mais duro do que as ligas metálicas de alta entropia, que chegam a 800 HV e são o seu concorrente mais próximo.

"O Diamante Metálico é, dentre os materiais metálicos, o mais duro já desenvolvido, a ponto de competir com os materiais cerâmicos, mas ainda apresentando propriedades como tenacidade e ductilidade (capacidade de deformação), que são típicas dos metais. Esses resultados foram confirmados várias vezes e nos deixam muito confiantes", defende o pesquisador.

Além da dureza, o Diamante Metálico apresenta outras características que o tornam um candidato promissor para uma grande variedade de aplicações, tanto na terra e no mar quanto no espaço. Em primeiro lugar, está a resistência térmica — o material mantém essas propriedades a temperaturas de até 1.300ºC—; depois, a resistência à corrosão em meios salinos ou ácidos. "Tudo isso faz com que o Diamante Metálico tenha aplicabilidades na produção de brocas e outras ferramentas para perfuração em solos,

DIFFERENTIAL AND APPLICATIONS

Iron, chromium, and niobium were some of the elements used in the development of the new alloy. The complete recipe, including the production method, is still a secret, until the patent process for the Metallic Diamond—as the product was called—is finalized. "The Metallic Diamond has several different configurations," the researcher says, "the most promising one being the configuration that contains seven elements. The manufacturing process includes a special homogenization and pre-formation technique, which can happen in electric arc, plasma, or induction furnaces."

The result is an atomic configuration that makes the Metallic Diamond less susceptible to dislocation, the irregularities in crystalline structures that cause the deformation in metals. That is why the Metallic Diamond is so hard when compared to other materials, losing only to diamond and covalent ceramics (formed by carbides and nitrides).

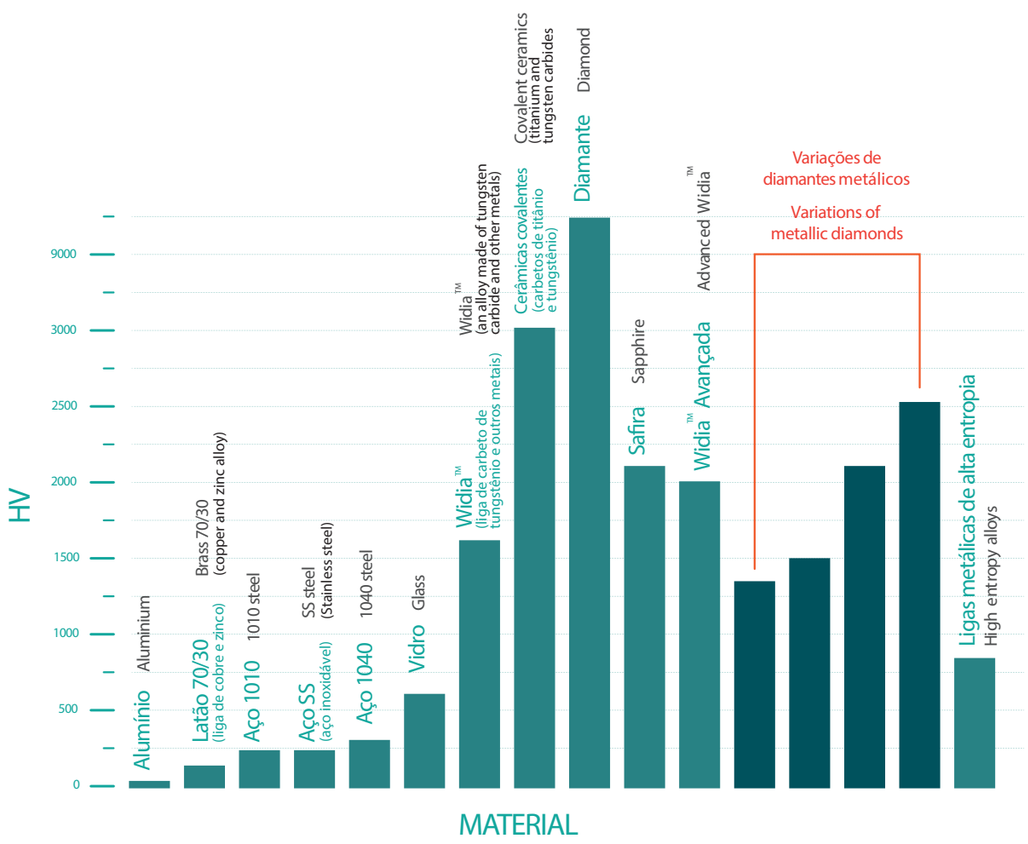
Reaching the mark of 2,500 HV—the measurement unit used to measure the hardness of materials—, the Metallic Diamond is harder than sapphire (2,100 HV), and three times harder than high entropy alloys, the competitor that comes closest, which reaches 800 HV.

"Among metallic materials, Metallic Diamond is the hardest one to ever be developed, to the point of competing with ceramic materials, but still presenting properties such as toughness and ductility (the capacity of deformation), which are typical of metals. These results have been confirmed several times and make us very confident", the researcher argues.

In addition to hardness, the Metallic Diamond has other characteristics that make it a promising candidate for a wide variety of applications, both on land and at sea, as well as in space. Firstly, there is the thermal resistance—the material maintains these properties at temperatures up to 1,300ºC (around 2300ºF)—; then, there is corrosion resistance in saline or acidic environments. "All these features make the Metallic Diamond fitting for the production of tools for drilling in soil, rock

Dureza do Diamante Metálico em comparação a outros materiais

Hardness of the Metallic Diamond in comparison to other materials



rochas ou gelo, mesmo em ambientes corrosivos; além de projéteis perfurantes. Também pode ser utilizado em turbinas e propulsores a jato, cânulas e cones de exaustores, ou em blindagens térmicas, até mesmo para a reentrada de veículos espaciais na atmosfera ou em reatores nucleares", destaca o pesquisador.

A IMPORTÂNCIA DE FAZER PERGUNTAS

Para o professor doutor Rogério Augusto Profeta, Reitor da Uniso, é importante continuar

or ice, even in corrosive environments; and also piercing projectiles. It can also be used in turbines and jet propellers, cannulas and cones of exhaust fans, or in thermal shields, even for the re-entry of space vehicles into the atmosphere, or in nuclear reactors", the researcher emphasizes.

THEIMPORTANCEOFASKINGQUESTIONS

According to professor Rogério Augusto Profeta, the rector of Uniso, it is important to continue to

Foto/Photo: Asscoms

O professor doutor Rogério Profeta, Reitor da Uniso, em apresentação durante o *Innovation Year 2020*, o principal evento de inovação da Universidade

Professor Rogério Profeta, the rector of Uniso, during a presentation at *Uniso's Innovation Year 2020*, the university's main event when it comes to innovation

fomentando ambientes propícios à inovação, para que descobertas e invenções como o Diamante Metálico possam continuar surgindo naturalmente.

"É certo que ambientes propícios alavancam a criatividade", ele defende. "Neste trabalho, podemos observar claramente como o fato de estar num ambiente em que as perguntas eram encorajadas ensejou num jovem a curiosidade que levou à criação de algo novo. E quantas vezes o mesmo não aconteceu em outras descobertas revolucionárias? A penicilina, o filamento das lâmpadas incandescentes, o raio-X, a insulina... Essas coisas não surgiram por acidente, tampouco por acaso. É preciso investir em ambientes em que as perguntas possam fluir e, com determinação, se possa trabalhar nas melhores respostas."

foster innovation-friendly environments, so that discoveries and inventions such as the Metallic Diamond can keep popping up naturally.

"It is crystal clear that favorable environments promote creativity," he says. "By looking at this research, we can clearly observe how the fact of being in an environment where questions were encouraged provoked curiosity in a young person, which led to the creation of something new. And how many times has the same thing happened in other revolutionary discoveries? Penicillin, the filament of incandescent light bulbs, the X-ray, insulin... These things were not created by accident, nor by chance. One needs to invest in environments where questions can flow and, with determination, work on the best answers."

Coleirinho, fêmea *(Sporophila caerulescens)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

BACTÉRIAS PODEM SER UTILIZADAS PARA LIMPAR ÁREAS CONTAMINADAS

por hidrocarbonetos de petróleo

BACTERIA CAN BE USED TO CLEAN UP

areas contaminated by petroleum hydrocarbons

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

O pesquisador Paulo Sergio Salmazo, no Laboratório de Microbiologia Industrial e Processos Fermentativos (LaMinFe) da Uniso
Researcher Paulo Sergio Salmazo, at Uniso's Laboratory of Industrial Microbiology and Fermentation Processes

Na edição de número 4 da revista Uniso Ciência (dez./2019), você conferiu uma reportagem sobre como uma postura preditiva é fundamental para reduzir o risco de grandes acidentes ambientais, como o emblemático derramamento de óleo ocorrido no Alasca, em 1989, quando o navio-tanque Exxon-Valdez despejou 40 mil toneladas de óleo nas águas gélidas do Estreito do Príncipe William. A área contaminada foi de 260 km², afetando toda a fauna marinha da região. Exemplos como esses são muito graves, certamente, e, quando acontecem, recebem bastante atenção da imprensa, mas é preciso lembrar que nem toda contaminação ambiental é necessariamente grande. Na verdade, para cada acidente de grandes proporções como o derramamento do Exxon-Valdez, há inúmeros acidentes menores, que passam despercebidos.

Quando se trata de contaminação ambiental, os chamados compostos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno), que são componentes da gasolina, são grandes vilões e, naturalmente, os postos de combustíveis são uma das principais fontes dessa classe de contaminantes. Em Sorocaba — município com área de pouco mais de 450 km² e população de cerca de 670 mil habitantes —, das 52 localidades contaminadas cadastradas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), 31 são postos de combustíveis.

Como a demanda humana por combustíveis fósseis vem alcançando níveis alarmantes — nada menos do que 96 milhões de barris de combustível produzidos por dia, segundo dados de 2016 — e considerando-se que o Brasil ocupa a 5ª posição mundial no ranking de países que mais consomem petróleo no mundo (dados também de 2016, da Agência Nacional de Petróleo), é fundamental pensar em formas de remediar esses riscos. Foi isso o que fez o professor Paulo Sergio Salmazo em sua dissertação de mestrado, defendida no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso).

"Contaminações por BTEX em refinarias e oleodutos são menos prováveis de acontecer, devido aos controles praticados", diz o pesquisador. "Geralmente, quando esses acidentes acontecem, são ocorrências de grandes proporções. Mas existem muitas ocorrências de contaminações

In the 4th issue (Dec./2019) of the Science @ Uniso magazine, you can read about how a predictive attitude is fundamental to reduce the risks of major environmental accidents, such as the emblematic oil spill that occurred in Alaska in 1989, when the oil tanker Exxon-Valdez dumped 40,000 tons of crude oil into the icy waters of the Prince William Sound. An area of 260 km² was contaminated, affecting all marine fauna in the region. Cases like these are very serious, and when they happen, they tend to receive a lot of attention from the press, but one should keep in mind that not every environmental contamination is necessarily a major one. In fact, for every major accident like the Exxon-Valdez spill, there are countless minor accidents that go completely unnoticed.

When the topic is environmental contamination, the so-called BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene), which are components of gasoline, are great villains. As expected, gas stations are one of the main sources of this kind of contaminant. In Sorocaba—a municipality with an area of 450 km², and a population of around 670,000 inhabitants—, out of the 52 contaminated locations registered by the environmental agency of the State of São Paulo, 31 are gas stations.

As the human demand for fossil fuels has been reaching alarming levels—no less than 96 million barrels of fuel produced per day, according to data from 2016—, and considering that Brazil ranks 5th in the list of the largest oil consumers in the world (data also from 2016, from the Brazilian National Petroleum Agency), it is essential to think about alternatives to address these risks. That is what professor Paulo Sergio Salmazo attempted to do in his Master's thesis, defended at Uniso's graduate program in Technological and Environmental Processes.

"BTEX contamination are less likely to happen in refineries and pipelines, due to the ongoing control," the researcher says. "Usually, when these accidents happen, they are those of great proportions. But there are many small or

de pequenas ou médias proporções, geralmente provenientes de tanques subterrâneos de armazenamento. Nesses casos, os BTEX podem entrar em contato com as águas subterrâneas — uma vez que são altamente solúveis e possuem grande mobilidade em sistemas solo-água —, tornando-as impróprias ao consumo humano. A exposição a altas concentrações de BTEX, ou durante tempo prolongado, pode afetar o sistema nervoso central e também causar câncer."

MICRORGANISMOS COMO ALIADOS

O que fazer, então, quando há contaminação? Salmazo diz que há diversas tecnologias sendo aplicadas para remediar contaminações por petróleo, incluindo técnicas que removem os contaminantes por meio de processos biológicos. Foi justamente essa a estratégia empregada no caso do grande derramamento do Exxon-Valdez. Naquele caso, fertilizantes foram utilizados para aumentar drasticamente a quantidade de microrganismos nativos do habitat, capazes de degradar o óleo, sem causar mais danos às espécies locais. Esse foi o maior projeto de biorremediação já empregado até hoje.

No caso da pesquisa de Salmazo, o objetivo foi avaliar a capacidade de biorremediação de um microrganismo específico, o *Bacillus subtilis*, bactéria escolhida pelo pesquisador por suas propriedades surfactantes. "Entre os diferentes componentes de origem microbiana que podem ser utilizados para minimização ou descontaminação de áreas contaminadas encontram-se os biossurfactantes. Tratam-se de componentes que aumentam a interação superficial e aceleram a degradação de vários óleos por microrganismos, promovendo a biorremediação de águas e solos", explica o pesquisador.

Ensaios foram conduzidos em três laboratórios da Uniso — o Laboratório de Microbiologia Industrial e Processos Fermentativos, o Laboratório de Pesquisas Toxicológicas e o Laboratório de Biomateriais e Nanotecnologia —, utilizando como substratos o óleo diesel e a gasolina, tanto em meio líquido quanto no solo. Esses testes objetivaram identificar se o microrganismo escolhido, quando acrescentado aos substratos contaminados, teria a capacidade de aumentar a área de superfície dos compostos insolúveis e hidrofóbicos (ou seja, os

medium-sized contaminations, usually related to underground storage tanks. In these cases, BTEX can reach groundwater, since they are highly soluble compounds that have great mobility in soil-water systems. This makes water unsuitable for human consumption. One-time exposure to high concentrations of BTEX, or long periods of exposure, can affect the central nervous system, and also cause cancer."

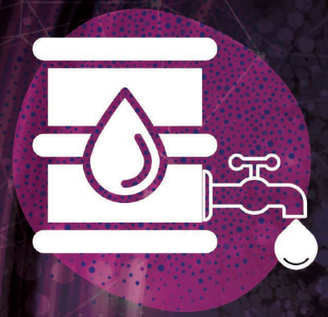
MICROORGANISMS AS ALLIES

What to do, then, when there is contamination? Salmazo says there are several technologies being applied to remedy oil contamination, including techniques that remove contaminants through biological processes. This was precisely the strategy employed in the case of the great Exxon-Valdez spill. In that case, fertilizers were used to dramatically increase the amount of native microorganisms, which were capable of degrading the oil without causing further damages to local species. This was the largest bioremediation project to date.

In the case of Salmazo's research, the goal was to evaluate the bioremediation capacity of a specific microorganism, *Bacillus subtilis*, a bacterium chosen by the researcher for its surfactant properties. "Biosurfactants are among the different components of microbial origin that can be used to minimize the contamination or totally decontaminate affected sites. These are components that increase surface interaction and accelerate the degradation of many kinds of oils by microorganisms, promoting the bioremediation of water and soils," the researcher explains.

Tests were conducted in three laboratories at Uniso—the Laboratory of Industrial Microbiology and Fermentation Processes, the Laboratory for Toxicological Research, and the Laboratory of Biomaterials and Nanotechnology—, using as substrates diesel and gasoline, both in liquid environment and on soil. These tests aimed at identifying whether the chosen microorganism, when added to contaminated substrates, would have the ability to increase the surface area of

COMO ACONTECE A **BIORREMEDIAÇÃO PELO *Bacillus subtilis***
EXPLAINING THE **BIOREMEDIATION BY *Bacillus subtilis***



1. O óleo é derramado no solo ou na água, contaminando a área. Isso geralmente acontece ao redor de tanques de armazenamento e encanamentos subterrâneos.

The oil is spilled on the ground or into the water, contaminating the surrounding area. This usually takes place around storage tanks, and underground pipelines.

2. O *Bacillus subtilis* é adicionado ao substrato contaminado.

The *Bacillus subtilis* is added to the contaminated substrate.

3. O microrganismo produz uma substância surfactante, que, como um sabão, aumenta a área de superfície dos contaminantes oleosos.

The microorganism produces a surfactant substance, which, pretty much like a soap, increases the surface area of oily contaminants.

4. A ampliação da área de superfície facilita a associação entre os substratos e as bactérias que vivem ao redor, elevando a chance de biodegradação do óleo. Se tudo der certo, o lugar se torna limpo novamente.

A larger surface area facilitates the association between the substrates and bacteria that live around, increasing the chance of biodegradation. If all goes well, the site becomes oil-free again.

Ícones por Pixel perfect/Icon made by Pixel perfect from www.flaticon.com

contaminantes oleosos), facilitando a associação entre os substratos e as células bacterianas, elevando assim a chance de biodegradação.

Os resultados são promissores. "Constatou-se que o *Bacillus subtilis* é capaz de produzir biossurfactante e degradar os BTEX, o que faz da biorremediação por meio desse microrganismo uma alternativa eficiente e economicamente viável para o tratamento dos hidrocarbonetos de petróleo em ambientes impactados", resume o pesquisador.

Ainda há, naturalmente, pontos que precisam ser melhorados: excluindo-se o benzeno, as análises compreendendo os outros BTEX ainda não atingiram os valores de referência de qualidade que, segundo a Cetesb, definem um determinado solo como "limpo" — mesmo tendo chegado bem perto. O pesquisador explica que esses valores podem ser melhorados, se for expandido o tempo de contato das amostras com o microrganismo.

Ainda que novas pesquisas precisem ser desenvolvidas, compreendendo outros intervalos de tratamento e também diferentes tipos de solo, Salmazo defende que esse é um passo importante para buscar novas alternativas: "Pesquisas como essa contribuem para a popularização da tecnologia de biorremediação, por fim incentivando os proprietários de áreas contaminadas por combustíveis a investir nessa técnica, de modo a fazer com que os locais impactados retornem aos patamares de referência."

insoluble and hydrophobic compounds (that is, oily contaminants), thus facilitating the association between substrates and bacterial cells, and raising the chance of biodegradation.

The results are promising. "It was found that Bacillus subtilis is capable of producing biosurfactant and degrading BTEX, which makes bioremediation through this microorganism an efficient and economically viable alternative for the treatment of petroleum hydrocarbons in affected environments," the researcher tells.

There are, of course, points that still need to be improved: excluding benzene, the analysis comprising the other BTEX have not yet reached the quality reference values that define a certain soil as "clean", according to the Brazilian regulatory agency—despite coming close. The researcher explains that these values can be improved if the period of exposure between the microorganism and the samples is extended.

Although new studies need to be developed, including other periods of exposure and also different kinds of soil, Salmazo argues that this is an important step towards new alternatives: "Researches like this contribute to the popularization of bioremediation technology, ultimately encouraging owners of contaminated areas to invest in this technique, in order to allow impacted sites to go back to reference levels."

Com base na dissertação "Biorremediação de solo e água contaminados por solventes aromáticos proveniente de combustíveis", do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação da professora doutora Angela Faustino Jozala, aprovada em 4 de junho de 2019.

Acesse o texto completo da pesquisa em português:

Follow the link to access the full text of the original research (in Portuguese):

Tico-tico *(Zonotrichia capensis)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Plantas medicinais processadas podem estar

CONTAMINADAS POR METAIS PESADOS

Processed medicinal plants may be

CONTAMINATED BY HEAVY METALS

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Técnica empregada para análise veio da Física Nuclear
The technique employed for the analysis came from the field of Nuclear Physics

Produtos baseados em plantas medicinais, como extratos e pós produzidos a partir de folhas moídas, são naturais e, consequentemente, não podem lhe fazer qualquer mal, certo? Como diz o senso comum, "se não fizer bem, mal também não vai fazer." Errado — ou, ao menos, essa é uma afirmação que exige muita cautela. É o que afirma uma pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Uniso, Thais Hora Paulino Estanagel, que defendeu uma pesquisa de mestrado voltada ao estudo da composição elementar de ervas e frutas medicinais processadas.

"Um dos fatores que promovem o consumo de produtos de origem vegetal é justamente a velha crença de que tudo que é 'natural' é automaticamente bom. Como os fitoterápicos são produtos naturais, as pessoas entendem que eles são seguros e jamais poderiam fazer mal à saúde dos consumidores. No entanto, elas se esquecem de que mesmo os extratos vegetais podem conter substâncias ou impurezas que foram incorporadas tanto durante o crescimento do vegetal, provenientes, por exemplo, da contaminação do solo, da água ou do ar, quanto durante os processos de armazenamento, produção ou purificação", diz a pesquisadora.

A sua pesquisa foi baseada na hipótese de que as plantas, especialmente quando processadas, podem conter elementos tóxicos, até mesmo os temíveis metais pesados, que não podem ser eliminados pelo organismo e, por isso, acumulam-se ao logo dos anos de exposição, podendo causar toda sorte de malefícios à saúde — até mesmo a morte. "O conhecimento da composição elementar de fitoterápicos é muito importante para a determinação de sua toxicidade e, consequentemente, para a segurança do consumidor final. No entanto, são poucos os estudos que se prestam a identificar a composição química das plantas", alerta Estanagel. Em seu caso, a técnica empregada, conhecida como fluorescência de raios-x **(XRF)**, veio da Física Nuclear.

Estanagel considerou em seu estudo quatorze extratos secos e seis amostras de folhas moídas, sempre com laudos de análise e discriminação das partes das plantas que foram utilizadas durante o processo de preparação. As seguintes espécies foram compreendidas na pesquisa: alcachofra, camu-camu, maná-cubiu, chá verde, cáscara sagrada, matchá, acerola, guaraná, mate verde, espinheira santa, equinácea, melissa, passiflora e castanha-da-Índia. As marcas não foram reveladas e, segundo a pesquisadora, essa não é uma questão primordial, visto que os processos produtivos, que compreendem a etapa em que os contaminantes são efetivamente integrados ao produto, costumam seguir fluxogramas predeterminados pela farmacopeia brasileira — ou seja, o compêndio oficial que determina as exigências de qualidade, autenticidade e pureza para quaisquer insumos farmacêuticos, independentemente da marca.

Os resultados são alarmantes. "Supostamente, um extrato é consumido por incorporar elementos

Being medicinal plant-based products, extracts and powders made from ground leaves are natural and therefore harmless, right? As people usually say, "if they don't do you any good, they won't do you any harm either." Wrong—or, if not completely incorrect, that is still a statement that requires a lot of caution. This is what recommends Thais Hora Paulino Estanagel, a researcher at Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences, who defended a Master's research focused on the study of the elemental composition of processed herbs and fruits prescribed for medicinal use.

"One of the factors that promote the consumption of plant-based products is precisely the old belief that everything that is 'natural' is automatically good. As herbal medicines are natural products, people think they are safe and could never harm the health of consumers. However, they forget that even plant extracts may contain substances or impurities that may have been incorporated during plant growth, originated from the contamination of soil, water, or air, for example, or during storage, production, or purification," the researcher says.

Her research was based on the hypothesis that plants, especially when processed, may contain toxic elements, even the fearsome heavy metals, which cannot be eliminated by the body and therefore accumulate over the years, causing all sorts of health hazards—even death. "Knowing the elemental composition of herbal medicines is very important for the determination of their toxicity and, consequently, for ensuring the safety of consumers. However, there are few studies intended to identify the chemical composition of plants," Estanagel says. In her case, the technique employed, known as x-ray fluorescence **(XRF)**, came from Nuclear Physics.

In her study, Estanagel considered fourteen samples of dried extracts, and six samples of ground leaves, always containing analysis reports and the description of the parts of the plants that were used during the preparation process. The following species were included in the research: artichoke *(Cynarascolymus L.)*; camu-camu *(Myrciaria dubia)*, and maná-cubiu *(Solanum sessiliflorum)*, typical fruits from the Amazon rainforest; green tea and matcha *(Camellia sinensis L.)*; cascara sagrada *(Rhamnus Purshiana)*; acerola *(Malpighia glabra L.)*, and guarana berries *(Paulina cupana K.)*, typical Brazilian fruits; green mate *(Ilex paraguariensis)*; espinheira santa *(Maytenus ilicifolia L.);* echinacea *(Equinacea purpúrea L.)*; melissa, or lemon balm *(Melissa officinalis L.)*; passiflora *(Passiflora incarnata L.)*; and horse chestnut *(Aesculus hippocastanum L.)*. According to the researcher, brands were not revealed, since they do not represent a major issue, considering the production processes usually follow predetermined flowcharts. These are determined by the Brazilian pharmacopoeia—namely the official compendium that regulates quality, authenticity, and purity requirements for any pharmaceutical ingredient. During production, contaminants can be effectively integrated into the products, regardless of their brands.

PARA SABER MAIS: O QUE É XRF?

A fluorescência de raios-x é uma técnica que permite usar um feixe de radiação para estimular os elétrons (partículas de carga negativa) que estão em órbita nas camadas mais internas ao redor do núcleo dos átomos. Esse estímulo faz com que fótons sejam emitidos e registrados por detectores. Por meio dessa técnica, é possível determinar com precisão quais são os elementos químicos presentes em diversos tipos de amostra. A Uniso tem uma série de pesquisas que fazem uso da fluorescência de raios-x; na primeira edição da revista Uniso Ciência (junho/2018), por exemplo, você pode conferir como a mesma técnica foi usada para analisar os elementos tóxicos que estão presentes na saliva de fumantes.

TO KNOW BETTER:WHAT IS XRF?

X-ray fluorescence is a technique that makes it possible to use a beam of radiation to stimulate the electrons (negatively charged particles) orbiting the innermost layers around the nuclei of atoms. This stimulus causes photons to be emitted, which are then registered by detectors. Through this technique, one can accurately determine which chemical elements are present in many kinds of samples. Uniso has a lot of researches that make use of x-ray fluorescence; in the 1st issue of the Science @ Uniso magazine (June/2018), for example, you can check how the same technique was used to analyze the toxic elements that occur in the saliva of smokers.

químicos essenciais à saúde e por ser isento de substâncias tóxicas. O que encontramos foi o inverso dessa premissa", a pesquisadora conta. No total, 26 elementos foram detectados nas diversas amostras. Muitos deles são essenciais para o bom funcionamento do organismo humano, como o cálcio, o potássio e o ferro, mas foi constatada, também, a presença de outros elementos nocivos à saúde, como os metais pesados arsênio, mercúrio, chumbo e cádmio.

"A exposição prolongada a metais pesados como esses pode danificar o funcionamento do cérebro, dos pulmões, do rim, do fígado e de outros órgãos vitais, desencadeando processos degenerativos que causam diversas doenças, como a esclerose múltipla, a doença de Parkinson, a doença de Alzheimer e a distrofia muscular", ela lista, destacando que, em muitos casos, os limites máximos determinados para esses elementos não foram respeitados. **Confira na sequência.**

Results are alarming. "Supposedly, an extract is consumed for incorporating chemicals that are essential to health, and also for being free of toxic substances. What we found was the opposite," the researcher says. In total, 26 elements were detected in the samples. Many of them are essential for the proper functioning of the human body, such as calcium, potassium, and iron, but other harmful elements were also found, such as arsenic, mercury, lead, and cadmium.

"Prolonged exposure to heavy metals like these can damage the functioning of the brain, lungs, kidneys, liver, and other vital organs, starting degenerative processes that cause various diseases, such as multiple sclerosis, Parkinson's disease, Alzheimer's disease, and muscular dystrophy," she lists, emphasizing that in many cases the maximum limits determined for these elements have not been respected. **Check it out next.**

Arsênio

O arsênio é um elemento cancerígeno, que foi detectado em uma das amostras analisadas, o extrato seco de melissa. A pesquisadora diz: "Mesmo em níveis baixos, a exposição ao arsênio pode causar náusea, vômitos, redução da produção de eritrócitos e leucócitos, batimento cardíaco anormal, danos aos vasos sanguíneos e sensação de picada nas mãos e pernas. A exposição prolongada pode levar à formação de lesões cutâneas internas, cancros, problemas neurológicos, diabetes e doenças pulmonares e vasculares."

Fotos/Photos 1, 2, 3, 4: IStock

1

Arsenic

Arsenic is a carcinogenic element that was detected in one of the samples analyzed, the dried extract of lemon balm *(Melissa officinalis L.)*. The researcher says: "Even at low concentrations, exposure to arsenic can cause nausea, vomiting, reduction in the count of red and white blood cells, abnormal heartbeat, damages to blood vessels, and a stinging sensation in hands and legs. Prolonged exposure can lead to the formation of internal skin lesions, cancers, neurological problems, diabetes, and pulmonary and vascular diseases."

2

Mercúrio

No Brasil, a concentração máxima de mercúrio para produtos de origem farmacêutica, determinada pela farmacopeia brasileira, é de 1,5 µg/g e, segundo esse critério, nada menos do que dez amostras apresentam concentrações inadequadas: os extratos secos de alcachofra, cáscara sagrada, espinheira santa, equinácea, melissa e passiflora; e as amostras de planta moída de alcachofra e guaraná. Os EUA são mais tolerantes para o limite máximo de mercúrio (3 µg/g) e, mesmo assim, cinco dessas amostras o ultrapassam. "Vale lembrar que a exposição ao mercúrio pode danificar o cérebro, os rins e os fetos em desenvolvimento. A exposição a altas doses pode alterar as funções cerebrais e levar a tremores, problemas de memória, irritabilidade e alterações na visão e na audição", alerta Estanagel.

Mercury

In Brazil, the maximum concentration of mercury determined by the Brazilian pharmacopoeia for pharmaceutical products is 1.5 µg/g. According to this standard, ten samples present inadequate concentrations: the dried extracts of artichoke *(Cynarascolymus L.)*, cascara sagrada *(Rhamnus Purshiana)*, espinheira santa *(Maytenus ilicifolia L.)*, echinacea *(Equinacea purpúrea L.)*, lemon balm *(Melissa officinalis L.)*, and passiflora *(Passiflora incarnata L.)*; and the samples of ground artichoke *(Cynarascolymus L.)*, and guarana *(Paulina cupana K.)*. The USA are more tolerant than Brazil when it comes to the maximum limit for mercury (3µg/g) and yet five of these samples exceed it. "It is noteworthy that exposure to mercury can damage the brain, kidneys, and developing fetuses. Exposure to high doses can alter brain functions, leading to tremors, memory problems, irritability, and changes in sight and hearing," Estanagel warns.

3

Chumbo

"O chumbo é um metal altamente tóxico. Se ingerido além de certo limiar, pode aumentar a pressão arterial e causar efeitos debilitantes para órgãos-chave como o rim e o cérebro. A exposição aguda pode causar perda de apetite, dor de cabeça, hipertensão, dor abdominal, disfunção renal, fadiga, insônia, artrite, alucinações e vertigem. A exposição crônica

pode resultar em retardo mental, defeitos congênitos, psicose, autismo, alergias, dislexia, perda de peso, hiperatividade, paralisia, fraqueza muscular, danos cerebrais, danos nos rins e até a morte", diz a pesquisadora. No caso do chumbo, não somente algumas, mas todas as amostras estão além dos limites máximos recomendados.

Lead

"Lead is a highly toxic metal. If ingested beyond a certain limit, it can increase blood pressure and cause debilitating effects on major organs such as the kidney and the brain. Acute exposure may cause appetite loss, headaches, hypertension, abdominal pain, renal dysfunction, fatigue, insomnia, arthritis, hallucinations, and vertigo. Chronic exposure can result in mental retardation, birth defects, psychosis, autism, allergies, dyslexia, weight loss, hyperactivity, paralysis, muscle weakness, brain damage, kidney damage, and even death," the researcher says. When it comes to lead, not only some, but all samples are beyond the maximum recommended limits.

Cádmio

No caso do cádmio, assim como foi constatado com o chumbo, todas as amostras excedem o limite máximo — se considerada a margem de erro experimental, a planta moída de chá verde e os extratos secos de chá verde, cáscara sagrada, matchá e guaraná estariam abaixo desses limites, mas ainda assim muito próximos. A pesquisadora diz: "O envenenamento por cádmio está associado a uma série de distúrbios, falhas renais e problemas cardiovasculares. A exposição prolongada a baixas concentrações causa a deposição do elemento nos rins, levando à doença renal e também à fragilidade óssea, além de causar danos aos pulmões."

4

Cadmium

When it comes to cadmium, just as it was found with lead, all samples exceed the maximum limit—if the margin of error is considered, the ground green tea *(Camellia sinensis L.)*, and the dried extracts of green tea and matcha *(Camellia sinensis L.)*, cascara sagrada *(Rhamnus Purshiana)*, and guarana *(Paulina cupana K.)* would be positioned below these limits, but still very close. The researcher says: "Cadmium poisoning is associated with a number of disorders, kidney failure, and cardiovascular problems. Prolonged exposure to low concentrations causes the deposition of the element in the kidneys, leading to kidney disease, and bone fragility, besides causing lung damage."

PROCESSO DE PRODUÇÃO

A pesquisa teve como objetivo, também, compreender como o processo produtivo poderia interferir na composição dos extratos de plantas medicinais. Segundo a pesquisadora, há dois aspectos que devem ser ressaltados em relação a essa interferência: "Em primeiro lugar, o processo de obtenção dos extratos é altamente ineficiente quando se trata de transferir os elementos químicos das plantas para o produto final, pronto para consumo." Ironicamente, essa é uma falha que pode até ser benéfica para o consumidor quando existe um elemento tóxico presente na planta moída, uma vez que, como a pesquisa constatou em vários casos, a sua concentração tende a diminuir no extrato, mas essa situação está longe de ser ideal, já que não é isso que se deseja para a grande maioria dos outros elementos.

"Outra questão que foi demonstrada", a pesquisadora conclui, "é o fato de os adjuvantes utilizados no processo produtivo (como é o caso do amido de milho, da maltodextrina e do corante caramelo) introduzirem impurezas indesejáveis no produto final. Isso ficou claro quando comparamos os extratos com as plantas moídas."

A recomendação ao consumidor, por fim, é se preocupar não apenas com os benefícios em potencial dos produtos naturais, mas com possíveis contaminações. Essa é uma questão que deve ser levada em consideração ao se optar por uma linha de produtos, inclusive na hora de discutir tratamentos alternativos com profissionais da saúde. Já aos produtores, a contribuição da pesquisa é validar a técnica de fluorescência de raios-x como uma alternativa para a indústria farmacêutica, de modo a garantir que os produtos disponíveis no mercado sejam tão seguros quanto possível.

PRODUCTION PROCESS

The research also intended to understand how the production process could interfere in the composition of medicinal plant extracts. According to the researcher, there are two major aspects to be considered: "Firstly, the process of obtaining extracts is highly inefficient when it comes to transferring chemical elements from plants to the final products, the ones that are ready for consumption. Ironically, this is a flaw that may even be beneficial to the consumer when there is a toxic element present in the ground plant, as its concentration tends to decrease in the extract, as the researchers have found in many cases. But this situation is far from being ideal, since it is not what someone would expect when it comes to the vast majority of other elements.

"Another issue that has been demonstrated," the researcher concludes, "is the fact that adjuvants used in the production process (such as corn starch, maltodextrin, and caramel dye) introduce unwanted impurities in the final product. That became clear when we compared the extracts with the ground plants."

The recommendation to consumers, after all, is to worry not only about the potential benefits of natural products, but also about possible contamination. This is an issue that should be considered when discussing alternative treatments with healthcare professionals, and choosing a product. For producers, the research contributes by validating the x-ray fluorescence technique as an alternative for the pharmaceutical industry, in order to ensure that products available on the market are as safe as possible.

Com base na dissertação "Estudo da composição química elementar de extratos secos de plantas medicinais e plantas medicinais moídas pela técnica de fluorescência de raios-x", do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação do professor doutor José Martins de Oliveira Junior e aprovada em 20 de fevereiro de 2019.

A veiculação pública da dissertação se dará somente após a publicação dos resultados na forma de artigos científicos.

The research will be publicly available after results are published in the form of scientific papers.

Ananaí *(Amazonetta brasiliensis)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Desvendando os segredos do

MONUMENTO À MATEMÁTICA

Revealing the secrets of Uniso's

MONUMENT TO MATH

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Foto/Photo: Assecoms

O monumento está localizado em frente ao bloco F, na Cidade Universitária da Uniso
The monument is located on campus, in front of Building F

Desde o aniversário de 50 anos do curso de Matemática da Universidade de Sorocaba (Uniso), em novembro de 2018, a Cidade Universitária — que é o principal câmpus da Universidade — passou a contar com uma homenagem a essa que é reconhecida como uma das grandes ciências básicas da humanidade. Localizado em frente ao átrio de entrada do bloco F, onde funciona a maioria dos cursos de Exatas da Instituição e por onde passam cerca de três mil estudantes todos os dias, o monumento foi idealizado pelo matemático e engenheiro Adalberto Nascimento, atuante nas áreas da educação e da política na cidade de Sorocaba. A estrutura, que segue à risca o projeto original, é composta por uma base cúbica, a qual sustenta um poliedro de doze lados formado por hastes metálicas.

Segundo o professor mestre Jesaías da Silva Souza, coordenador do curso de graduação em Matemática da Uniso, a estrutura do monumento contém uma série de significados para quem se propõe a olhar com um pouquinho de atenção. Uma volta ao redor do cubo revela, por exemplo, inscrições gravadas em suas faces. Duas dessas inscrições fazem referência a **NÚMEROS** irracionais: π e o número *e*.

NÚMEROS IRRACIONAIS

O primeiro desses números inscritos no cubo, π (pi, que equivale a 3,1415...), é certamente o número irracional mais famoso. Trata-se do resultado da razão entre o perímetro de uma circunferência e o seu diâmetro, uma constante matemática extremamente importante para a geometria, que é usada, por exemplo, em sistemas de posicionamento global (o famoso GPS). Já o número *e*, ou número de Euler (em homenagem ao matemático suíço Leonhard Euler, que escolheu a letra e por ser a inicial da palavra "exponencial"), equivale a 2,7182... e é conhecido como a base dos logaritmos naturais, sendo utilizado para o estudo de muitos fenômenos que progridem de maneira exponencial — como na Economia, para o cálculo de juros compostos.

Since the 50th anniversary of Uniso's undergraduate program in Mathematics, in November 2018, Uniso's main campus gained a monument to this science, which is one of the great basic sciences developed by mankind. Located in front of the entrance to Building F, which is home to most of the university's programs related to STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), and through which about 3,000 students walk every day, the monument was designed by the mathematician and engineer Adalberto Nascimento, an active personality in the fields of education and politics in the city of Sorocaba. The structure, which follows exactly the original design, is composed of a cubic base, which supports a twelve-sided polyhedron made of metal rods.

According to professor Jesaías da Silva Souza, coordinator of the program, the monument's structure has a series of meanings for those who are willing to look carefully. A walk around the cube reveals, for example, inscriptions engraved on each of its faces. Two of these inscriptions refer to irrational **NUMBERS**: π and the number *e*.

IRRATIONAL NUMBERS

The first of the numbers written on the cube, π (pi, which equals 3.1415...), is certainly the most famous irrational number. It is the result of the ratio of a circle's circumference to its diameter, a mathematical constant that is extremely important in Geometry, and which is used in global positioning systems (the famous GPS). The second number is *e*, aka the Number of Euler (in honor of the Swiss mathematician Leonhard Euler, who chose the letter e for being the initial of the word "exponential"), which equals 2.7182..., and is known as the basis of natural logarithms. It is used for the study of many phenomena that progress exponentially—as in Economics, for example, for the calculation of compound interest.

PARA SABER MAIS: O QUE SÃO NÚMEROS?

Números são conceitos matemáticos abstratos, criados pelo homem para representar quantidades e ordem. Quando agrupados, conforme suas particularidades, dão origem aos conjuntos numéricos. Souza explica: "O conjunto dos números naturais (ℕ), nasce a partir da contagem, da ideia de que existe uma relação entre aquilo que é observado e determinados símbolos abstratos: ℕ = {1, 2, 3, 4...}. Quando começaram a ser efetuadas as operações de subtração, tornou-se impossível responder, por exemplo, o resultado de operações como 2 − 3. Então, foi criado o conjunto dos números inteiros, representado por ℤ = {...−2, −1, 0, 1, 2...}, e depois o conjunto dos racionais (ℚ), constituído por números que podem ser representados na forma $\frac{a}{b}$ (com *a* e *b* pertencentes a ℤ, e *b* diferente de 0), com resultados 'quebrados', como $\frac{1}{2}$ = 0,5 (decimal finita) ou $\frac{1}{3}$ = 0,333…(dízima periódica). Os números irracionais (I) vêm logo em seguida, compreendendo decimais infinitos e não periódicos, como, por exemplo, $\sqrt[2]{2}$=1,41421356..."

TO KNOW BETTER: WHAT ARE NUMBERS?

Numbers are abstract mathematical concepts, created by men to represent quantity and order. When grouped, according to their particularities, they originate numerical sets. Souza explains: "The set of Natural Numbers (ℕ) is based on counting, from the idea that there is a relation between what is observed and certain abstract symbols: ℕ = {1, 2, 3, 4...}. But then subtraction showed up, and it became impossible to solve operations such as 2 − 3, for example. So the set of Integers was created, represented by ℤ = {...−2, −1, 0, 1, 2...}, and then the set of Rational Numbers (ℚ), consisting of numbers that can be represented as $\frac{a}{b}$ (with *a* and *b* belonging to ℤ, and b other than 0), with fractionated results such as $\frac{1}{2}$ = 0,5 (a finite decimal), or $\frac{1}{3}$ = 0,333… (a repeating decimal). The irrational numbers (I) come right after, comprising infinite and non-repeating decimals, such as $\sqrt[2]{2}$ = 1,41421356..."

NÚMEROS IMAGINÁRIOS

Continuando a volta em torno do cubo, a √(−1) (raiz quadrada de menos um) surge na sequência, na terceira face do monumento. Souza explica que se trata do número imaginário *i*, pertencente ao conjunto dos números complexos — ou seja, um número expresso pela raiz quadrada de um número negativo. "Os números imaginários, ou complexos, são usados em diversos tipos de cálculos", explica ele, "desde aqueles que impactam as nossas vidas diárias, como os cálculos referentes à aerodinâmica de automóveis e aeronaves, até

IMAGINARY NUMBERS

Continuing to walk around the cube, what shows up on the third face of the monument is the √(−1) (square root of minus one). Souza explains that it is the imaginary number *i*, that belongs to the set of Complex Numbers—that is, a number expressed by the square root of a negative number. "Imaginary numbers, or complex numbers, are used in a variety of calculations," he explains, "from those that impact our daily lives, such as calculations of automobile and aircraft aerodynamics, to calculations of quantum

O professor mestre Jesaías da Silva Souza, no Laboratório de Educação Matemática da Uniso
Professor Jesaías da Silva Souza, at Uniso's Laboratory of Mathematical Education

cálculos da mecânica quântica, que nos ajudam a compreender o comportamento dos átomos e de partículas subatômicas."

mechanics, thus helping us to understand the behavior of atoms and subatomic particles."

A IDENTIDADE DE EULER

Na quarta face do cubo, pode-se encontrar a equação $e^{i\pi} + 1 = 0$, a Identidade de Euler, que é conhecida como "o padrão de ouro para a beleza matemática" — o termo aparece no livro *As grandes equações: A história das fórmulas matemáticas mais importantes e os cientistas que as criaram*, de Robert P. Crease. Souza explica que a equação sintetiza uma série de elementos que são essenciais para a matemática: "A Identidade de Euler é composta pelas cinco constantes fundamentais, *e*, *i*, π, 1 e 0, além das operações de potenciação, multiplicação, adição e igualdade." Constantemente, os matemáticos comparam a beleza dessa equação à beleza de um poema.

EULER'S IDENTITY

On the fourth face of the cube, one can find the equation $e^{i\pi} + 1 = 0$, the Euler's Identity, which is known as "the gold standard for mathematical beauty"—the term appears in the book *The Great Equations: Breakthroughs in Science from Pythagoras to Heisenberg*, by Robert P. Crease. Souza explains that the equation synthesizes a series of elements that are essential for mathematics: "Euler's Identity is composed of the five fundamental constants, *e*, *i*, π, 1, and 0, besides the operations of exponentiation, multiplication, addition, and equality." Mathematicians often compare the beauty of this equation to the beauty of a poem.

POLIEDROS DE PLATÃO

Tanto o cubo quanto o poliedro de doze lados são formas geométricas conhecidas como poliedros ou sólidos de Platão, mencionadas no livro XIII dos Elementos de Euclides, um tratado matemático escrito por volta de 300 a.C. "Nesse tratado, encontramos os cinco poliedros convexos regulares, sendo eles o tetraedro (quatro faces triangulares), o cubo (seis faces quadradas), o octaedro (oito faces triangulares), o dodecaedro (doze faces pentagonais) e o icosaedro (vinte faces triangulares)", lista Souza. Desses, o dodecaedro é tradicionalmente associado à representação do cosmos, uma associação que remete à história da filosofia e da matemática na Grécia Antiga.

"Platão chega a citar a questão dos poliedros num de seus textos, o diálogo de Timeu, no qual ele discorre sobre o universo e o cosmos", explica

PLATONIC SOLIDS

Both the cube and the twelve-sided polyhedron are known as Platonic solids, as mentioned in the 13th book of Euclid's Elements, a mathematical treatise written around 300 BC. "In this treatise, one finds the five regular convex polyhedra: the tetrahedron (four triangular faces), the cube (six square faces), the octahedron (eight triangular faces), the dodecahedron (twelve pentagonal faces), and the icosahedron (twenty triangular faces)," Souza lists. Out of these, the dodecahedron is traditionally associated with the representation of the cosmos, an association that refers to the history of philosophy and mathematics in Ancient Greece.

"Actually, there is a quotation from Plato on the issue of polyhedra in one of his texts, the dialogue with Timaeus, in which he discusses the universe

A representação da divina proporção, em forma de espiral, pode ser vista de cima
The spiral-shaped representation of the golden ration can be seen from above

o professor mestre André Luiz Sueiro, coordenador do curso de graduação em Filosofia da Uniso. “Nas traduções e nos comentários desses textos, em geral, aponta-se que havia na cultura grega uma relação entre o dodecaedro e os doze astros do zodíaco, um para cada lado da forma geométrica, representando a totalidade do universo. Existe entre os dois conceitos — o dodecaedro e o cosmos — essa aproximação, que aparece citada por historiadores e comentaristas dos textos de Platão, ainda que não nos textos originais. Posteriormente, Euclides cita os poliedros de Platão em seus próprios estudos e foi por meio dessa citação que os poliedros entraram para a história e para os livros de matemática, segundo os historiadores.”

Há de se lembrar, ressalta Sueiro, que o saber grego era um saber uno: “Na Grécia Antiga, o pensamento conceitual lógico e o pensamento matemático não eram domínios separáveis, de modo que os filósofos eram, também, o que hoje nós chamamos de matemáticos. Entendia-se que a natureza apresenta uma determinada organização, que se expressa matematicamente, tanto aritmeticamente quanto geometricamente.”

A DIVINA PROPORÇÃO

Por falar sobre um padrão de organização intrínseco à natureza, que muito interessava aos gregos e aos seus estudos sobre estética, existe ainda no monumento uma última referência a um conceito matemático com múltiplas aplicações. Essa, contudo, precisa ser vista de cima: trata-se de uma constante matemática conhecida como proporção áurea, ou divina proporção, que é comumente representada como uma espiral. Também se trata de um número irracional, ou seja, uma dízima infinita que pode ser arredondada para 1,618, neste caso representada por ϕ (phi).

“Trata-se de uma constante que pode ser observada no mundo natural, tanto nas proporções do corpo humano como nos padrões de crescimento de muitos animais, plantas e insetos”, explica a professora mestra Carla Salles, do curso de Design da Uniso. “Essas são formas que, graças às suas configurações de proporção, harmonia e equilíbrio, costumam agradar o olho humano, pois, diferentemente do que muitas pessoas

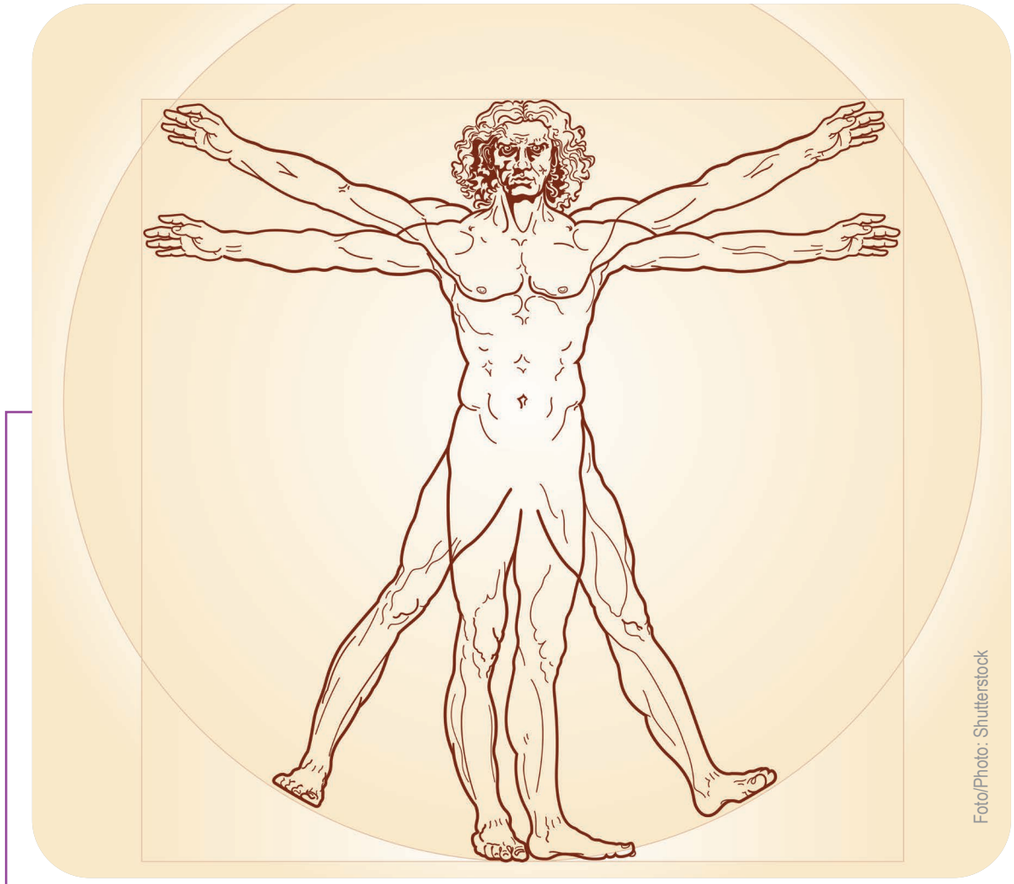
and the cosmos,” explains professor André Luiz Sueiro, coordinator of Uniso’s undergraduate program in Philosophy. “It is usually pointed out, in translations and commentaries for these texts, that there was, in Greek culture, a relation between the dodecahedron and the twelve zodiac signs, one for each side of the dodecahedron, representing the totality of the universe. There is this link between the two concepts—the dodecahedron and the cosmos—, which is cited by historians and commentators of Plato’s works, despite not being mentioned in the original text. Later, Euclid cites Plato’s polyhedra in his own studies, and this was the quotation that placed the Platonic Solids among the annals of history, and in books about Mathematics, according to historians.”

Sueiro points out that Greek knowledge was unified: “In ancient Greece, logical thinking and mathematical thinking were not separable domains, so philosophers were also what we call mathematicians nowadays. They understood that nature presents itself in an organized way, which is expressed mathematically, both arithmetically and geometrically.”

THE GOLDEN RATIO

Talking about a pattern of organization that is intrinsic to nature, which was of great interest to the Greeks and their studies on aesthetics, there is still in the monument a last reference to a mathematical concept with multiple applications. This one, however, must be seen from above: it is a mathematical constant known as the golden ratio, or divine proportion, which is commonly represented as a spiral. It is also an irrational number, namely a repeating decimal that can be rounded to 1.618, in this case represented by ϕ (phi).

“It is a constant that can be observed in the natural world, both in the proportions of the human body and in the growth patterns of many animals, plants, and insects,” explains Carla Salles, a professor at Uniso’s undergraduate program in Design. “These are shapes which tend to please the human eye, thanks to their proportions, harmony,



Foto/Photo: Shutterstock

podem imaginar, a beleza não é necessariamente subjetiva.” É por isso que, desde tempos antigos e especialmente durante a Renascença, arquitetos e artistas vêm emulando essa proporção em suas obras. Grandes exemplos são as obras de Leonardo da Vinci, como o **HOMEM VITRUVIANO**.

“No Design, a geometria oferece coerência na construção do layout e nos processos aplicados, colocando em evidência as relações visuais com base na proporção e nos padrões de crescimento. Não há divisão de espaços sem a modulação geométrica; não há sistemas construtivos sem suportes geométricos”, Salles defende.

and balance, because beauty is not necessarily subjective, as many people may think.” This is why architects and artists have been emulating this proportion in their works throughout history, especially during the Renaissance. Great examples are the works of Leonardo da Vinci, like the **VITRUVIAN MAN**.

“In Design, geometry offers consistency in the creation of layouts and applied projects, highlighting visual relations based on proportion and growth patterns. No spaces should be delimited without the support of geometry,” Salles argues.

Seriema *(Cariama cristata)*

Foto/Photo: José Neto

FotosPhoto: IStock

O gengibre é um dos fitoterápicos comercializados como tratamento para a osteoartrite
Ginger is one of the herbal medicines marketed as treatment for osteoarthritis

Ainda faltam evidências para a prescrição de fitoterápicos

COMO TRATAMENTO PARA A ARTROSE

Prescription of herbal medicines

AS TREATMENT FOR OSTEOARTHRITIS STILL LACKS EVIDENCE

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Dor nos quadris? Rigidez nos joelhos? Pode ser sinal de osteoartrite, também conhecida como artrose, uma das doenças musculoesqueléticas mais comuns entre adultos e idosos, principalmente entre as mulheres. A linha de frente no tratamento — ao menos aquela recomendada pelos médicos tradicionais — é o uso de anti-inflamatórios não esteroides, mas nem todo mundo opta por seguir a recomendação. Uma das justificativas é a ocorrência de efeitos indesejados, que podem incluir doenças cardiovasculares e gastrointestinais. Quais são, então, as alternativas?

Garra-do-diabo, unha-de-gato, sucupira-preto. Pelo menos três variações de salgueiro. Algumas delas você pode até encontrar na sua cozinha: gengibre, cúrcuma, abacate. São muitas as opções de medicamentos fitoterápicos, como são chamados aqueles cujas bases são as plantas medicinais. As formas de apresentação também são várias: soluções, cápsulas, extratos e por aí vai.

"É crescente o uso de medicamentos fitoterápicos em todo o mundo. Esse uso varia significativamente de país para país, dependendo das práticas culturais, da disponibilidade das plantas e também da disponibilidade de programas voltados à saúde." A afirmação é de uma equipe de pesquisadores da Universidade de Sorocaba (Uniso) — os professores doutores Cristiane de Cássia Bergamaschi, Luciane Cruz Lopes e Marcus Tolentino Silva, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, além da doutoranda Mariana Del Grossi Moura e da mestra Maria Carolina Silva, do mesmo programa —, com a participação dos seguintes coautores externos: a professora doutora Maique Weber Biavatti, da Universidade Federal de Santa Catarina, e o professor doutor Sean Alexander Kennedy, da canadense McMaster University. Eles tiveram publicado um estudo sobre o uso de medicamentos à base de fitoterápicos para o tratamento da osteartrite, cujos resultados integrais podem ser conferidos no periódico especializado Phytotherapy Research.

A grande vantagem dos fitoterápicos em relação aos anti-inflamatórios é a suposta falta de efeitos indesejados. Todavia, ainda que o uso desse tipo de medicamento seja uma prática comum no

Hip pain? Stiff knees? It could be a sign of osteoarthritis, also known as arthrosis, one of the most common musculoskeletal diseases among adults and the elderly, especially among women. The first choice of treatment—at least as recommended by traditional doctors—is the use of non-steroidal anti-inflammatory drugs, but not everyone chooses to follow this recommendation. One of the excuses is the occurrence of undesirable effects, which may include cardiovascular and gastrointestinal diseases. Then, what are the alternatives?

Devil's claw, cat's claw, black sucupira. At least three variations of willow. Some of them you might even find in your kitchen: ginger, turmeric, avocado. There are many options when it comes to herbal medicines. Also, there are many forms of preparation: solutions, capsules, extracts, and so forth.

"The use of herbal medicines worldwide is increasing, varying significantly among countries according to cultural practices, and also according to the availability of plants and health programs." The statement comes from a team of researchers from Uniso—professors Cristiane de Cássia Bergamaschi, Luciane Cruz Lopes, and Marcus Tolentino Silva, from the university's graduate program in Pharmaceutical Sciences, besides the PhD student Mariana Del Grossi Moura, and Maria Carolina Silva, who holds a Master's degree, both from the same program—, as well as external coauthors: professor Maique Weber Biavatti, from the Federal University of Santa Catarina, and professor Sean Alexander Kennedy, from McMaster University, in Canada. The full results of their study on the use of herbal medicines for the treatment of ostearthritis can be found in a journal titled Phytotherapy Research.

The major advantage of herbal remedies over anti-inflammatories is the supposed lack of undesirable effects. However, although the use of this type of medicine is common practice in Brazil, the researchers warn that the safety and efficacy of

Nem toda pesquisa da saúde se faz em laboratório: as pesquisadoras cruzaram os resultados de múltiplos estudos clínicos
Not every health-related research take place within a lab: researchers cross-checked the results of multiple clinical studies

Brasil, os pesquisadores alertam para o fato de que a segurança e a eficácia de alguns desses agentes pode não ser assim tão clara. E é exatamente por isso que se faz necessário cruzar os dados dos estudos clínicos a respeito desse assunto, especialmente para embasar a prescrição dos fitoterápicos no sistema público de saúde, como é o caso do artigo produzido pela equipe.

"Esses achados norteiam aqueles que prescrevem os medicamentos, os gestores do

some of these agents may not be so clear. And it is precisely due to this reason that it is necessary to cross data obtained from clinical studies on this subject, as the research team has done in their article, especially to justify the prescription of herbal medicines in the public health system.

"These findings guide those who prescribe medications, public health system managers, and also patients, helping them making decisions about

sistema público de saúde e os pacientes no que diz respeito à tomada de decisão quanto ao uso dos fitoterápicos", ressalta Bergamaschi, a orientadora do estudo.

PROCESSO E RESULTADOS

Metodologicamente, a pesquisa se deu por meio de uma revisão sistemática, de modo a sintetizar os resultados de múltiplos estudos clínicos controlados já publicados por pesquisadores em todo o mundo. A partir daí, foi aplicada uma técnica chamada meta-análise, que permite combinar os resultados de vários estudos científicos sobre o mesmo assunto.

Foram estabelecidos critérios para que os estudos existentes fossem elegíveis ou não. Depois, grandes repositórios de pesquisas foram vasculhados, em busca de estudos clínicos que incluíssem os **FITOTERÁPICOS DISPONÍVEIS NO BRASIL** para o tratamento da osteoartrite. A análise considerou estudos clínicos envolvendo pacientes adultos e vários tipos de fitoterápicos. No total, após uma seleção inicial conduzida pelos autores, que trabalharam em pares, 16 estudos foram considerados (dos quais nove foram considerados para a meta-análise). Nenhum deles foi realizado no Brasil.

Alguns dos aspectos considerados a partir dos resultados foram o alívio da dor dos pacientes, a recuperação das suas funções físicas, melhorias na qualidade de vida, a presença de efeitos indesejados e a satisfação geral do paciente em relação ao tratamento.

Das 16 plantas consideradas na pesquisa, há estudos clínicos disponíveis compreendendo apenas seis: a indiana salai guggul, a cúrcuma, a garra-do-diabo, uma das variações de salgueiro, a unha-de-gato e o gengibre. "Desses, apenas três fitoterápicos se mostraram benéficos em relação a alguns dos critérios observados", resumem os pesquisadores.

A cúrcuma (*C. longa* ou *C. domestica*) apresentou efeito semelhante ao ibuprofeno, anti-inflamatório indicado para dor, inflamações e

the use of herbal medicines," says Bergamaschi, the research advisor.

PROCESS AND RESULTS

Methodologically, a systematic review was conducted in order to synthesize the results of multiple controlled clinical studies already published by researchers all over the world. From there, the team applied a technique called meta-analysis, which allows researchers to combine the results of several scientific studies on the same subject.

Criteria were established for existing studies to be eligible or not. Later, large research repositories were searched, in order to find clinical studies that included the herbal medicines for the treatment of osteoarthritis that were **AVAILABLE IN BRAZIL**. The analysis considered clinical studies involving adult patients, and several types of herbal medicines. Overall, after an initial selection conducted by the authors working in pairs, 16 studies were considered eligible (out of which nine were considered for the meta-analysis). None was conducted in Brazil.

Some of the results that were taken into account were the relief of patients' pain, the recovery of their physical functions, improvements in their life quality, the presence of undesirable effects, and patients' general satisfaction regarding the treatment.

Out of 16 plants considered in the research, there are available clinical studies comprising only six: the Indian salai guggul, turmeric, devil's claw, one of the willow variations, cat's claw, and ginger. "Out of these, only three herbal medicines were actually beneficial considering the research criteria," the researchers summarize.

Turmeric (*C. longa or C. domestica*) presented an effect that was similar to ibuprofen, an anti-inflammatory usually prescribed for pain, inflammation, and fever, except for the undesirable

FotosPhoto: IStock

PARA SABER MAIS: OSTEOARTRITE E FITOTERÁPICOS NO BRASIL

A pesquisa indica que, no Brasil, as formulações de fitoterápicos comercializados para o tratamento da osteoartrite são baseadas nas seguintes plantas:

- *Harpagophytum procumbens* (ou **garra-do-diabo**);
- *Uncaria tomentosa e Uncaria guianensis* (ambas conhecidas como **unha-de-gato**);
- três variações diferentes de **salgueiro**: *Salix alba, Salix daphnoides e Salix purpurea*;
- *Curcuma longa* (a popular **cúrcuma**, também usada na culinária);
- *Chenopodium ambrosioides* (ou **erva-de-Santa-Maria**);
- *Cordia curassavica* (ou **sálvia negra**) e *Cordia verbenacea* (ou **erva baleeira**);
- *Zingiber officinale* (**gengibre**);
- *Persea gratissima* ou *Persea americana* (**abacate**);
- *Boswellia serrata* (planta de origem indiana conhecida como **salai guggul**);
- *Bowdichia virgilioides* (ou **sucupira-preto**).

TO KNOW BETTER: OSTEOARTHRITIS AND HERBAL MEDICINES IN BRAZIL

The research shows that, in Brazil, herbal medicines marketed for the treatment of osteoarthritis are based on the following plants:

- *Harpagophytum procumbens* (aka **devil's claw**);
- *Uncaria tomentosa, and Uncaria guianensis* (both known as **cat's claw**);
- three variations of **willow**: *Salix alba, Salix daphnoides, and Salix purpurea*;
- *Curcuma longa* (well known as **turmeric**, also used in cooking);
- *Chenopodium ambrosioides* (aka **Santa Maria herb**);
- *Cordia curassavica, and Cordia verbenacea* (both known as **whaler herb**);
- *Zingiber officinale* (**ginger**);
- *Persea gratissima,* or *Persea americana* (**avocado**);
- *Boswellia serrata* (plant of Indian origin known as **salai guggul**);
- *Bowdichia virgilioides* (aka **black sucupira**).

febre, exceto pelos efeitos indesejados no sistema digestivo. Já em relação à unha-de-gato (*U. guianensis*) e ao gengibre (*Z. officinale*), ambos mostraram-se mais eficientes para a redução da dor do que o placebo aplicado em grupos de controle. Esses são alguns resultados positivos para quem está procurando uma alternativa, mas infelizmente eles não são suficientes.

effects on the digestive system. As for cat's claw (*U. guianensis*) and ginger (*Z.officinale*), both were considered more efficient for pain relief than the placebo that was given to control groups. These are some positive results for those who are looking for an alternative, but unfortunately they are not conclusive.

Cúrcuma, unha-de-gato e gengibre apresentaram resultados promissores, mas as evidências não são conclusivas

Turmeric, cat's claw, and ginger presented promising results, but evidences are not conclusive

Os autores advertem que a qualidade da evidência é baixa ou moderada, em parte devido ao fato de a maioria dos estudos ter apresentado falhas metodológicas significativas, o que dificulta a análise tanto da eficácia quanto da segurança desses medicamentos. Daí a necessidade de mais pesquisas clínicas que contemplem o tema. "Ou seja", resume Bergamaschi, "até o momento não há certeza dos benefícios e da segurança no uso destes fitoterápicos para o tratamento da osteoartrite."

The researchers warn that the quality of the evidence is low or moderate, in part due to the fact that most studies included significant methodological flaws, thus making it difficult to analyze both the efficacy and safety of these drugs. Hence the need for more clinical research addressing the issue. "This means that so far there is no certainty of the benefits and safety of using these herbal medicines for the treatment of osteoarthritis," Bergamaschi sums up.

Com base no artigo "Oral herbal medicines marketed in Brazil for the treatment of osteoarthritis: a Systematic Review and Meta-analysis", publicado no periódico Phytotherapy Research, em setembro de 2017, de autoria da doutoranda Mariana Del Grossi Moura, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Uniso, com orientação da professora doutora Cristiane de Cássia Bergamaschi. Também são coautores os seguintes pesquisadores da Uniso: Luciane Cruz Lopes, Maria Carolina Silva e Marcus Tolentino Silva, além dos seguintes pesquisadores externos: Maique Weber Biavatti (Universidade Federal de Santa Catarina) e Sean Alexander Kennedy (McMaster University).

Acesse o texto completo da pesquisa em inglês:

Follow the link to access the full text of the original research (in English):

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Pica-pau-do-campo *(Colaptes campestris)*

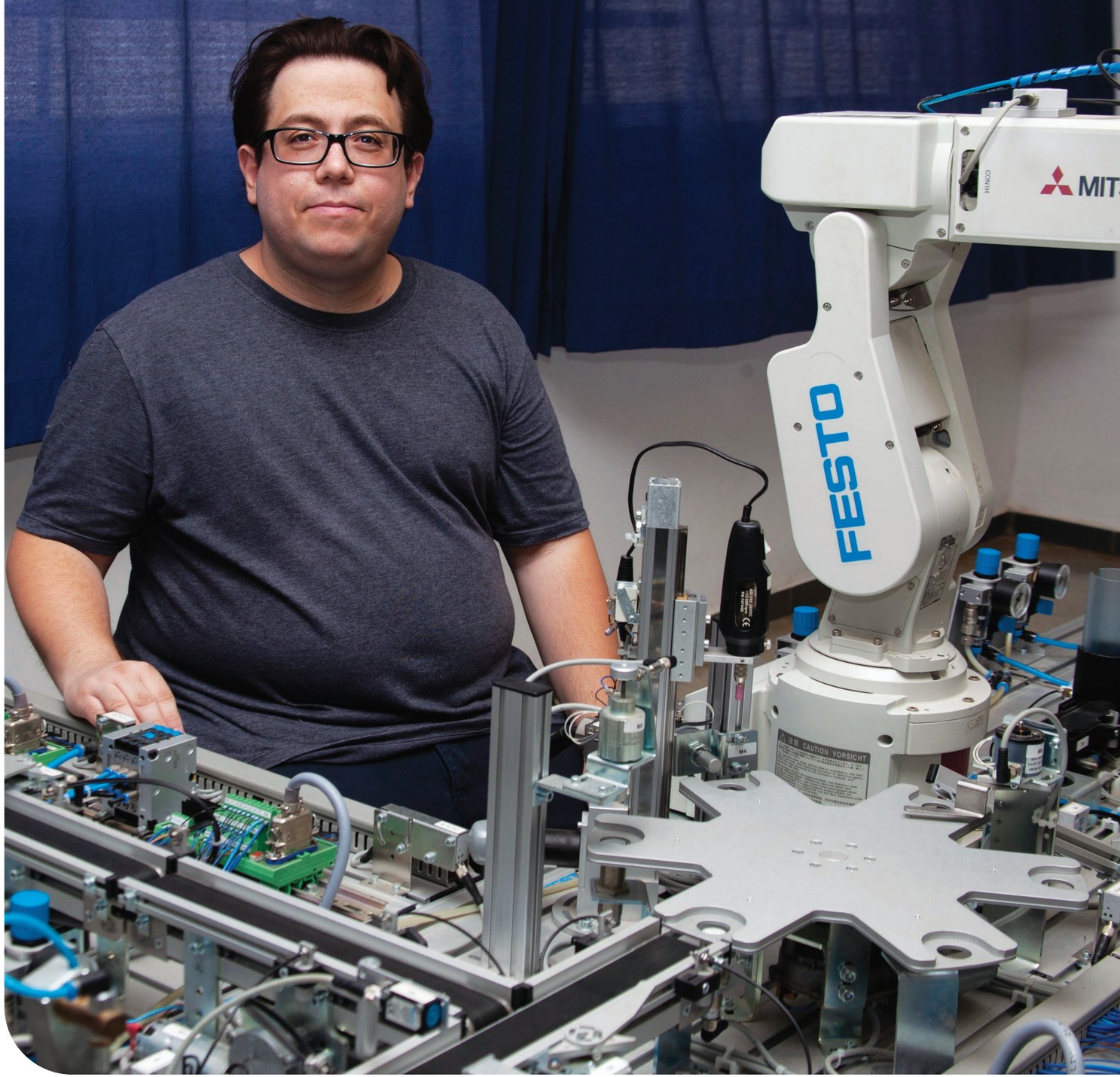
Pesquisador estuda se as máquinas já atingiram

O COMPLEXO NÍVEL MENTAL DA INTELIGÊNCIA HUMANA

Researcher studies whether machines have already reached

THE COMPLEX MENTAL LEVEL OF HUMAN INTELLIGENCE

Por/By: Marcel Stefano
Foto/Photo: Paulo Ribeiro



Para Luís Roberto Albano Bueno da Silva, apesar da Inteligência Artificial ganhar cada vez mais espaço em nossas vidas, ainda há uma grande lacuna entre os processos de aprendizagem da mente humana e de uma Inteligência Artificial

According to Luís Roberto Albano Bueno da Silva, even though Artificial Intelligence has been gaining more and more space in our lives, there is still a big gap between the learning processes of the human mind and the one of an AI

Qual é o melhor caminho para eu chegar ao trabalho? Vai chover hoje à tarde? Qual é a raiz quadrada de 64? Por que o céu é azul? Não importa a pergunta, basta você pegar o celular e questioná-lo para que seu assistente virtual lhe responda prontamente, com uma voz doce e agradável. Se você abrir o aplicativo do seu banco, também haverá um assistente virtual lá para tirar as suas dúvidas, sugerir investimentos, fazer transações e até mesmo resolver problemas dos quais você nem tinha conhecimento.

A cada dia, a Inteligência Artificial (IA) ganha mais espaço em nossas vidas, nos mais diversos ramos: da medicina à agropecuária, do Judiciário à sala de aula. E, a cada dia, a máquina aprende um pouco mais sobre as nossas necessidades para entregar respostas mais rápidas, precisas e personalizadas, por meio da computação cognitiva.

"A Inteligência Artificial são sistemas que simulam e tomam ações que lembram a inteligência humana", explica o pesquisador Luís Roberto Albano Bueno da Silva, especialista em Inteligência Artificial, com atuação em grandes empresas, como Nestlé, Mahle e Ypê. Segundo ele, cada parte do sistema de IA partilha o esforço de fazer o computador pensar, ou seja, "de transformar o computador em mente".

Mas será que as máquinas já atingiram o complexo nível mental da inteligência humana? Em que medida a aprendizagem dos sistemas inteligentes aproxima-se da forma como a mente humana produz significados ao mundo à nossa volta? Essas e outras perguntas são respondidas por Silva na pesquisa "Comunicação e cognição: aproximação entre máquina semiótica e inteligência artificial", feita para o Mestrado em Comunicação e Cultura pela Universidade de Sorocaba (Uniso). O trabalho, orientado pela professora doutora Maria Ogécia Drigo, foi apresentado e aprovado em dezembro de 2018.

INTELIGÊNCIA HUMANA X INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Segundo os dicionários, cognição é o processo ou faculdade de adquirir um conhecimento. Entre as muitas áreas que estudam a cognição está a

What is the best route to get to work? Will it rain this afternoon? What is the square root of 64? Why is the sky blue? No matter what the question is, all you have to do is pick up your cell phone and ask it, and your virtual assistant will answer you promptly, in a sweet and pleasant voice. If you open your bank's application, there will also be a virtual assistant there to answer your questions, suggest investments, make transactions, and even to solve problems of which you were not aware.

Every day, Artificial Intelligence (AI) gains more space in our lives, in the most diverse spheres: from medicine to agriculture, from the judiciary system to the classroom. And, every day, machines learn a little bit more about our needs in order to deliver faster, more accurate, and more personalized responses, through cognitive computing.

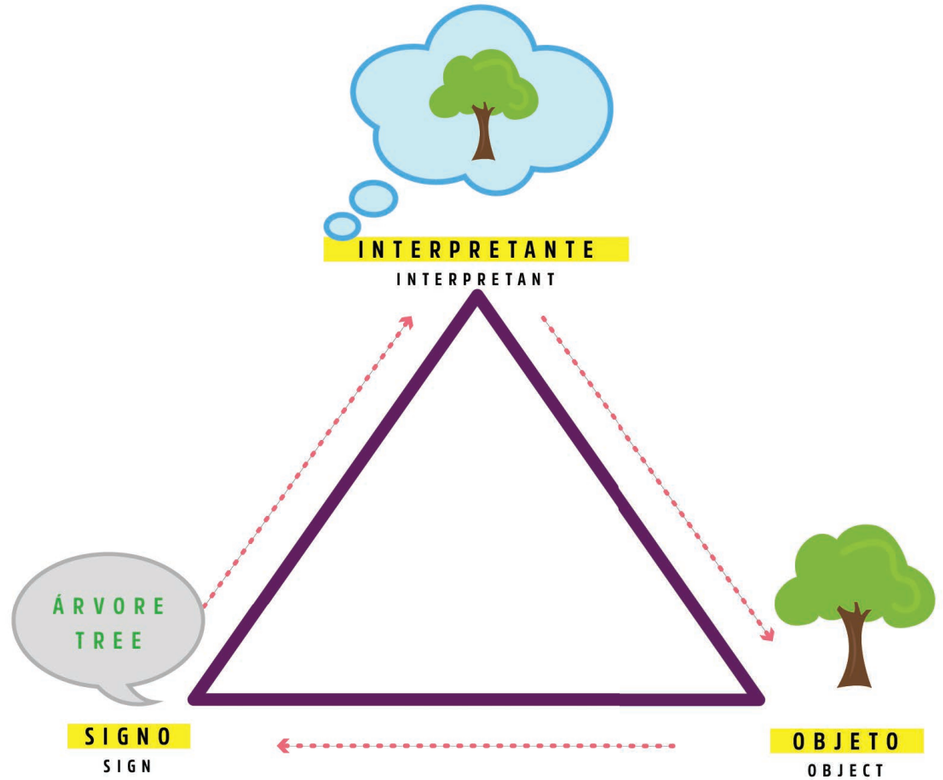
"Artificial Intelligence is composed by systems that simulate and take actions that resemble human intelligence," explains researcher Luís Roberto Albano Bueno da Silva, a specialist in Artificial Intelligence who works for large companies such as Nestlé, Mahle, and Ypê. According to him, each part of the AI system shares an effort to make the computer think, or "to transform a computer into a mind."

But have machines already reached the complex mental level of human intelligence? To what extent does the learning of intelligent systems come close to the way the human mind produces meanings from the world around us? These and other questions are answered by Silva in his research, titled "Communication and cognition: approximation between semiotic machine and artificial intelligence", and defended at Uniso's graduate program in Communication and Culture. The study, advised by professor Maria Ogécia Drigo, was presented and approved in December 2018.

HUMAN INTELLIGENCE VS. ARTIFICIAL INTELLIGENCE

According to dictionaries, cognition is the process or capability of acquiring knowledge. Among the many fields that study cognition there is Peircean semiotics, a science which seeks to understand how human beings are able to interpret things around them through signs.

A tríade semiótica de Peirce
Peirce's triad



semiótica peirciana, ciência que busca entender como o ser humano consegue interpretar as coisas que estão ao seu redor, por meio dos signos.

Um dos pioneiros desta ciência é Charles Sanders Peirce (1839—1914), um filósofo americano especialista em lógica. "Peirce dedicou parte de sua obra à compreensão do modo como o pensamento trabalha através de signos. Foram suas teorias, chamadas de semiótica ou lógica peirceana, que guiaram a minha pesquisa", conta o pesquisador.

One of the pioneers when it comes to this science is Charles Sanders Peirce (1839—1914), an American philosopher who was a specialist in logic. "Peirce dedicated part of his work to the understanding of the ways thinking works through signs. His theories, called semiotics or Peircean logic, guided my study," the researcher says.

According to Peirce, human beings give meaning to everything that surrounds them through a triple conception, which he called firstness, secondness, and thirdness." The first category

Para Peirce, o ser humano dá significado a tudo que o cerca por meio de uma tripla concepção, que ele chama de primeiridade, secundidade e terceiridade". A primeiridade é algo que se apresenta à mente e liga à secundidade, que é aquilo que o signo indica, se refere ou representa. Já a terceiridade é o efeito que o signo irá provocar no intérprete. Segundo Peirce, estes são os três principais elementos formais e universais em todos os fenômenos que se apresentam à percepção e à mente", explica o pesquisador.

Na teoria peirceana, o interpretante final é absoluto e nele residem todos os efeitos possíveis de um signo em determinada trilha semiótica. Segundo Peirce, há três tipos de raciocínios envolvidos ou inerentes a este processo de interpretação: dedução, indução e abdução. Enquanto a dedução é a capacidade lógica que leva a estabelecer premissas para se chegar a uma conclusão, na indução, ao contrário, prevalece a experiência, pois a conclusão se dá pelo conhecimento anterior.

encompasses something that presents itself to the mind, which connects to the second level, which is what the sign indicates, what it refers to, or what it represents. Thirdness, on the other hand, refers to the effect that the sign will have on the interpreter. According to Peirce, these are the three main formal and universal elements recurring in all phenomena that exist to the perception and the mind," the researcher explains.

As stated in the Peircean theory, the final interpretant is absolute and it holds all the possible effects of a sign in a certain semiotic trail. According to Peirce, there are three types of reasoning that are inherent to or involved in this process of interpretation: deduction, induction, and abduction. While deduction is the logical ability that leads one to establish premises in order to reach a conclusion, in induction, however, experience prevails, because the conclusion is based on previous knowledge.

A pesquisa feita na Uniso conclui que sistemas sintéticos, hoje, ainda são incapazes de tomar ações que não sejam dedutivas ou indutivas e que não conseguem agir frente a adversidades e atuar de forma criativa

The research conducted at Uniso concludes that nowadays' synthetic systems are still unable to take actions that are not deductive or inductive, and that they are still unable to act creatively

Já a abdução é o processo de formação de uma hipótese explanatória. É a única operação lógica que apresenta uma ideia nova, pois a indução nada faz além de determinar um valor e a dedução meramente desenvolve as consequências

Abduction, on the other hand, is the process of forming an explanatory hypothesis. It is the only logical operation that presents a new idea, because induction does nothing but determining a value, and deduction merely develops the necessary consequences based on a pure hypothesis. "What makes the human being a special semiotic machine

necessárias de uma hipótese pura. "O que faz do ser humano uma máquina semiótica especial é o fato de que ele processa símbolos argumentativos e gera não só pensamentos originais como também pode tomar decisões sem ter todas as informações necessárias, valendo-se da abdução", explica Silva.

A pesquisa feita na Uniso conclui que sistemas sintéticos, hoje, ainda são incapazes de tomar ações que não sejam dedutivas ou indutivas e que não conseguem agir frente a adversidades e atuar de forma criativa, gerando hipóteses. "Redes neurais artificias de aprendizagem por reforço conseguem agir apenas identificando padrões ou previsões de eventos, porém dentro de regras pré-estabelecidas. Por se tratar de uma máquina determinista, seus processos são dedutivos/indutivos, que não produzem o novo e também não são passíveis de produção crítica", afirma o pesquisador.

Silva diz que ainda há uma grande lacuna entre os processos de aprendizagem da mente humana e de uma Inteligência Artificial. "Minha pesquisa contribui para um melhor entendimento de atores sintéticos inteligentes que servem de interface comunicacional e informacional entre homem/máquina. Objetiva-se, assim, o desenvolvimento de um sistema sintético em que as comunicações presentes nos processos cognitivos seja o mais próximo da experiência humana, utilizando as bases teóricas peirceanas introduzidas na minha pesquisa, verificando quais pontos ainda se instauram lacunas de desenvolvimento para que sistemas de Inteligência Artificial atendam condições mais próximas ao pensamento na mente humana", finaliza.

is the fact that it processes argumentative symbols and generates not only original thoughts, but can also make decisions without having all the necessary information, by using abduction", Silva explains.

The research conducted at Uniso concludes that nowadays' synthetic systems are still unable to take actions that are not deductive or inductive, and that they are still unable to act when confronted by adversity, nor to act creatively, generating hypotheses. "Artificial neural networks that learn through reinforcement are able to act only by identifying patterns or predictions of events, within pre-established rules. Because it is a deterministic machine, its processes are deductive/inductive, which do not produce anything new, and are also not susceptible to critical production," the researcher states.

Silva says there is still a big gap between the learning processes of the human mind and of Artificial Intelligence. "My research contributes to a better understanding of intelligent synthetic agents that serve as communicational and informational interfaces between man and machine. Therefore, the goal is the development of a synthetic system through which the communication in the cognitive processes is the closest to the human experience, applying Peircean theoretical bases that were introduced in my research, and verifying where one can still find development gaps, so Artificial Intelligence systems will meet conditions that come closer to a human mind's thinking", he concludes.

Com base na dissertação "Comunicação e cognição: aproximação entre máquina semiótica e inteligência artificial", do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura da Universidade de Sorocaba (Uniso), elaborada sob orientação da professora doutora Maria Ogécia Drigo e aprovada em 6 de dezembro de 2018.

Acesse o texto completo da pesquisa em português:

Follow the link to access the full text of the original research (in Portuguese):

Tico Tico *(Zonotrichia capensis)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

APLICAÇÃO DE INSULINA ATRAVÉS DA PELE,

por meio de gel, pode vir a beneficiar milhões de pacientes

DELIVERY OF INSULIN THROUGH GEL ON THE SKIN

could benefit millions of patients

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

A pesquisadora Ludmilla R. R. Jorge desenvolveu um biofilme hidrogelatinoso a partir de dois biopolímeros para administração transdérmica de insulina

Researcher Ludmilla R. R. Jorge developed a hydrogelatinous biofilm from two biopolymers for the delivery of insulin through the skin

Adriana Guimarães Vernaglia, 42 anos, convive com a **DIABETES** desde os 22. Ela foi diagnosticada após perceber que estava perdendo muito peso e, como a mãe dela já era sabidamente diabética, não demorou muito para que os médicos suspeitassem da doença. No início, o controle se deu somente pela mudança alimentar e por medicamentos, que eram administrados pela via oral. Mas chegou um momento em que só isso deixou de bastar. "O tratamento evoluiu para a aplicação de insulina", ela conta. "No meu caso, levando em consideração que uso dois tipos de insulina, são obrigatoriamente cinco injeções diárias, além, é claro, das picadas nas pontas dos dedos antes das refeições, para medir os níveis de glicemia. Eu tenho pavor de todas essas aplicações. E há, também, o constrangimento de aplicar insulina em público: algumas pessoas olham para você como se você tivesse cinco cabeças! Nem sempre é possível ser discreto, dependendo da roupa que você esteja vestindo."

Foi o pavor e o desconforto que levaram Adriana a testar outro tipo de aplicação. Hoje, o hormônio que o corpo dela não produz é introduzido em seu organismo por meio de um cateter conectado a uma bomba de insulina, que ela descreve como um pâncreas artificial. "A bomba de insulina garante mais conforto na aplicação, que se dá por meio de um controle remoto, o qual transmite informações para a bomba por *Bluetooth*. Como a cânula da bomba deve ser trocada somente a cada três dias, são menos picadas diárias. Além disso, a aplicação é muito mais discreta", ela diz. O lado negativo é que a bomba é consideravelmente cara, representando um custo que pode passar dos R$15.000 anuais. Outros pacientes podem optar, também, pelas tradicionais injeções subcutâneas, administradas por meio de agulhas, ou por canetas de insulina. Não existem alternativas orais, pois a insulina sofre degradação pelas enzimas digestivas.

"Para o tratamento da diabetes insulino dependente, faz-se necessária a administração parentérica de insulina exógena, várias vezes ao longo do dia, para obter um bom controle glicêmico. Esses métodos de administração são inconvenientes e levam a uma baixa adesão ao tratamento, um fator importante que pode comprometer a qualidade de vida dos pacientes diabéticos. É por isso que desenvolver uma forma de administração alternativa para a insulina, que seja minimamente invasiva e ao mesmo tempo suficientemente segura e eficaz, ainda é um desafio que nós tentamos vencer nos dias de hoje", diz Ludmilla Rodrigues Ribeiro Jorge, graduada em Farmácia e Bioquímica, cujo estudo de mestrado, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), teve tal fim. O trabalho fez parte da linha de pesquisa "Avaliação de Substâncias Bioativas e Sistemas de Liberação de Fármacos".

Adriana Guimarães Vernaglia, 42, has been living with **DIABETES** since she was 22. The diagnosis came after she realized she was losing a lot of weight and, since her mother was diabetic, it did not take doctors too long to start suspecting the disease. In the beginning, she was able to control it only by changing her diet and by taking oral medications. But a time came when that was not enough. "The treatment then changed to insulin injections," she says. "In my case, considering that I take two types of insulin, it means I need five daily injections, besides all the finger pricks before meals to measure glucose levels in my blood. I am terrified of all these needles. And then there is the embarrassment of taking insulin in public: some people look at you like you have five heads! It is not always possible to be discreet, depending on the clothes you are wearing."

Fear and discomfort led Adriana to try another alternative. Today, the hormone she cannot produce is introduced into her body through a catheter connected to an insulin pump, which she describes as an artificial pancreas. "The insulin pump guarantees more comfort when it comes to delivering the insulin. It is aided by a remote control that transmits information to the pump via Bluetooth. Since the cannula needs to be changed only every three days, there are fewer daily pricks. Besides that, it is much more discreet," she says. The downside is that the pump is considerably expensive, costing up to R$15,000 every year (around US$3,750 at the time). Other patients may also opt for the traditional subcutaneous injections, administered through needles or insulin pens. There are no oral alternatives, as insulin is degraded by digestive enzymes.

"For the treatment of insulin-dependent diabetes, parenteral administration of exogenous insulin is required several times throughout the day, in order to achieve a good glycemic control. These methods of delivery are inconvenient and lead to poor compliance to treatment, an important factor that may compromise the quality of life of diabetic patients. That is why developing a minimally invasive form of delivery, yet sufficiently safe and effective, is still a challenge we are trying to overcome these days," says the pharmacist and biochemist Ludmilla Rodrigues Ribeiro Jorge, whose Master's research, developed at Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences, had such intent. The study was developed as part of Uniso's line of research titled "Evaluation of Bioactive Substances and Drug Release Systems".

PARA SABER MAIS: O QUE É A DIABETES?

O que acontece com Adriana é que o seu pâncreas não é capaz de produzir um hormônio chamado insulina, que é responsável por fazer com que o corpo absorva adequadamente a glicose disponível no sangue (em outras palavras, o açúcar que o organismo usa como fonte de energia). Sem a insulina, a quantidade de glicose sobe drasticamente, podendo causar uma série de complicações graves, até mesmo a morte. E Adriana não está sozinha: em 2015, 415 milhões de pessoas sofriam com essa condição em todo o mundo, número que deverá subir para 642 milhões até 2040, segundo o atlas da Federação Internacional de Diabetes (IDF). Inclusive, a Organização Mundial da Saúde (OMS) já a classifica como uma doença epidêmica.

TO KNOW BETTER: WHAT IS DIABETES?

What happens to Adriana is that her pancreas is not able to produce a hormone called insulin, which is responsible for allowing the body to properly absorb the glucose available in the blood (in other words, the sugar the body uses as its energy source). Without insulin, the amount of glucose rises dramatically and can cause a number of serious complications, even death. And Adriana is not alone: in 2015, 415 million people suffered from this condition worldwide, a number that is expected to rise to 642 million by 2040, according to the atlas by the International Diabetes Federation (IDF). Nowadays, the World Health Organization (WHO) already classifies diabetes as an epidemic disease.

E POR QUE NÃO A PELE?

Ela conta que, na impossibilidade de se usar a via oral para a administração da insulina, a via transdérmica está sendo considerada uma alternativa bastante atraente pela comunidade acadêmica: "A administração através da pele pode propiciar a adesão correta do pacienteao tratamento e a liberação controlada da insulina ao longo do tempo, evitando-se a sua degradação no trato gastrointestinal ou efeitos hepáticos de primeira

WHY NOT THROUGH THE SKIN?

Ludmilla Jorge says that, since it is not possible to use the oral route for the delivery of insulin, the transdermal route is being considered as a very attractive alternative by the academic community: "Delivering it through the skin may facilitate proper drug compliance, and the controlled release

Adriana Guimarães Vernaglia, 42, faz uso de uma bomba de insulina conectada ao organismo por meio de um cateter na barriga
Adriana Guimarães Vernaglia, 42, uses an insulin pump connected to her body through a catheter on her belly

passagem. A nossa dificuldade é o fato de a pele ser uma barreira natural a ser vencida." Mas o fato de ser uma barreira, não quer dizer que se trata de um órgão isolado, muito pelo contrário: "a pele se encontra associada a muitos sistemas de órgãos, como o músculo-esquelético, o neurológico, o circulatório, o imunitário e, é claro, o endócrino. Com o objetivo de ultrapassar o estrato córneo — que é a camada mais externa da pele —, e permitir a administração transdérmica, vários métodos têm sido investigados. Um deles é a utilização de promotores de permeação."

Os promotores de permeação são compostos que permitem diminuir, de forma reversível, a resistência do estrato córneo. Em seu estudo, a pesquisadora sintetizou líquidos iônicos, usando-os como promotores de permeação. "Os líquidos iônicos são essencialmente sais em estado líquido, que podem ser preparados a partir de materiais pouco dispendiosos e geralmente reconhecidos como seguros", ela explica. As suas moléculas, ao deslizarem entre os compostos graxos da pele humana, abrem caminho transiente para que outras moléculas passem para o outro lado, e assim a barreira é rompida.

A grande vantagem de se usar biomateriais é o conforto do paciente

Com o caminho livre através da pele, a insulina seria administrada por meio de um biofilme hidrogelatinoso produzido a partir de dois biopolímeros: a nanocelulose bacteriana, obtida em laboratório a partir de culturas da bactéria *Gluconacetobacter xylinus*, e a goma xantana, obtida por meio de fermentação pela bactéria *Xanthomonas campestris*.

"Em relação à nanocelulose", explica a pesquisadora, "ela é secretada em nanofeixes como parte do metabolismo da *G. xylinus*, o que permite a produção dessas membranas em larga escala. Quando hidratada, a membrana apresenta

of insulin over time, thus preventing degradation in the gastrointestinal tract or first-pass effects. Our difficulty is that the skin is a natural barrier to overcome." However, the fact that the skin is a barrier does not mean it is an isolated organ, quite the contrary: "the skin is associated with many systems such as the musculoskeletal, the neurological, the circulatory, the immune and, of course, the endocrine system. In order to overcome the stratum corneum—which is the outermost layer of the skin—and allow transdermal delivery, several methods have been investigated. One is the use of permeation enhancers."

Permeation enhancers are compounds that allow a reversible decrease in the stratum corneum's resistance. In Ludmilla Jorge's research, she synthesized ionic liquids, using them as permeation enhancers. "Ionic liquids are essentially liquid salts, which can be prepared from inexpensive materials, and are recognized as safe in general," she explains. Their molecules

The great advantage of using biomaterials is the patient's general comfort

slide among the fatty compounds of human skin, thus opening a transient path for other molecules to pass to the other side, breaking the barrier.

With an open pathway through the skin, insulin would be delivered through a hydrogelatinous biofilm made from two biopolymers: bacterial nanocellulose, obtained from lab cultures of the bacterium *Gluconacetobacter xylinus*, and xanthan gum, obtained from fermentation by the bacterium *Xanthomonas campestris*.

"When it comes to nanocellulose," the

grandes poros ao longo de toda a sua estrutura, resultando numa vasta interface para interações. Devido a essas propriedades, esse biomaterial tem sido extensivamente utilizado em aplicações da área de engenharia de tecidos. Já a goma xantana é utilizada nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos e também na alimentícia, como espessante, dispersante e emulsificante. Ultimamente, essa goma tem sido empregada em aplicações biomédicas e medicamentosas, obtendo-se produtos biodegradáveis, atóxicos e com adequadas propriedades funcionais."

researcher explains, "it is secreted in the form of bundles, as part of the *G. xylinus* metabolism, which allows the production of these membranes on a large scale. When hydrated, the membrane has large pores throughout its structure, resulting in a wide interface for interactions. Due to these properties, this biomaterial has been extensively used in tissue engineering. Xanthan gum is used in the pharmaceutical, cosmetics and food industries as a thickener, a dispersant, and an emulsifier. These days, this gum has also been used in biomedical and drug applications, resulting in biodegradable non-toxic products with adequate functional properties."

Equipamento científico em que foi testada a permeação transdérmica, usando-se pele de orelha de porco para simular a pele humana
Scientific equipment through which transdermal permeation was tested, using pig ears' skin to simulate human skin

A grande vantagem de se usar esses biomateriais, derivados do metabolismo bacteriano, como sistema de liberação de fármacos — neste caso, potencialmente a insulina — é o conforto do paciente, o que costuma promover maior adesão ao tratamento e, consequentemente, maiores chances de sucesso. Essa ainda não é uma realidade, mas, quando esse dia chegar, são pessoas como a Adriana que poderão se beneficiar da alternativa. "Para mim, uma aplicação tópica seria muito positiva, já que tenho pavor das aplicações por meio de agulhas", ela diz. "Não precisaria mais passar por todas as picadas diárias e, além disso, não teria o constrangimento de aplicar a insulina, quando necessário, na frente das pessoas."

Segundo o orientador da pesquisa, o professor doutor Victor Manuel Cardoso Figueiredo Balcão, a utilização conjunta do biofilme e do líquido iônico já pode ser considerada uma alternativa promissora, mas a pesquisa ainda está longe de ter sido finalizada. "Os passos seguintes envolveriam a realização de testes *in vivo*, utilizando-se primeiramente modelos animais e diversas dosagens e tipos de insulina, para que, depois, pudessem ser conduzidos testes em pacientes diabéticos.Uma vez que os biopolímeros utilizados e o líquido iônico sintetizado provaram ser completamente atóxicos para linhagens celulares, tais testes não comprometeriam o bem-estar dos animais nem teriam qualquer impacto negativo", ele diz. Posteriormente, uma aplicação comercial dependeria ainda de uma requisição de patente e da liberação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e de outras agências internacionais, mediante a realização de outros testes. A questão principal, contudo, é atrair o interesse e o investimento das grandes indústrias farmacêuticas.

The great advantage of using these biomaterials originated from bacterial metabolism as delivery systems for drugs—insulin, in this potential case—is the patient's general comfort, which usually promotes greater compliance to treatment, and consequently greater chances of success. This is not yet a reality, but when that day comes, people like Adriana will benefit from the alternative. "For me, the delivery of insulin through the skin would be very positive, as I am terrified of needles," she says. "I would not have to go through all the daily pricks anymore, and besides that, I would not have to go through the embarrassment of taking insulin in front of people."

According to the research advisor, professor Victor Manuel Cardoso Figueiredo Balcão, using the biofilm associated with the ionic liquid is a promising alternative already, but the research is far from finished. "The next steps would involve tests *in vivo*, firstly using animal models and various dosages and types of insulin, so that tests could be conducted on diabetic patients. Since the biopolymers and the synthesized ionic liquid proved to be completely non-toxic, such tests would not compromise animal welfare or have any negative impact," he says. Then, a commercial application would also depend on a patent application, and on the approval of the Brazilian Health Regulatory Agency (Anvisa, in the Portuguese acronym) and other international agencies, provided other tests are conducted. However, the main issue is attracting the interest and investment of large pharmaceutical companies.

Com base na dissertação "(Bio)2 - Sistema híbrido bioinspirado e biomimético à base de nanocelulose de origem microbiana e líquido iônico, para estabilização e entrega transdérmica de insulina", do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação do professor doutor Victor Manuel Cardoso Figueiredo Balcão e coorientação da professora doutora Marta Maria Duarte Carvalho Vila e aprovada em 28 de fevereiro de 2019.

A veiculação pública da dissertação se dará somente após a publicação dos resultados na forma de artigos científicos.

The research will be publicly available after results are published in the form of scientific papers.

Bem-te-vi-rajado *(Myiodynastes maculatus)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

PARCERIA • PARTNERSHIP

GpexDC
Uniso

O UNIVERSO ESTÁ CANTANDO.

Você consegue ouvir?

THE UNIVERSE IS SINGING.

Can you hear it?

Por/By: Monique Nunes e/and Guilherme Profeta (GpexDC-Uniso*)

Foto/Photo: Monique Nunes/GpexDC-Uniso; Denis Belitsky/Shutterstock

**Grupo de produção experimental em Divulgação Científica da Universidade de Sorocaba (Uniso), em parceria com a Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae) / Uniso's Group for experimental writing on Science Communication, in partnership with Renafae, the Brazilian National Network of High Energy Physics.*

À frente, os contornos do radiotelescópio do Grupo de Estudos de Astronomia (GEA) da Uniso, contrastados contra a Via Láctea
The silhouette of Uniso's radio telescope, used by the university's Study Group on Astronomy, contrasted against the Milky Way on the background

Em três das edições passadas da revista Uniso Ciência (junho, dezembro/2018; dezembro/2019), você pode conferir diferentes aspectos e descobertas dos estudos em Física de Altas Energias conduzidos por pesquisadores brasileiros no maior acelerador de partículas do mundo, sob a fronteira da Suíça com a França. Nesses experimentos, prótons são acelerados a uma velocidade próxima à da luz, chocando-se com outros prótons que estão vindo no sentido oposto, o que faz com que eles se partam em milhões e milhões de pedacinhos — outras partículas ainda mais básicas, que permitem aos cientistas dar uma espiadinha no que havia logo após o nascimento do universo. Essas são colisões provocadas pelo homem, em ambientes controlados, mas há outras colisões entre partículas que estão acontecendo o tempo todo, no espaço e aqui mesmo na Terra, sobre as quais a espécie humana não tem qualquer tipo de controle.

Isso acontece porque o nosso planeta está sendo bombardeado por raios cósmicos o tempo todo. “Os objetos celestes estão constantemente emitindo diferentes formas de radiação. O nosso Sol emite a luz visível, mas emite também a luz ultravioleta, a infravermelha, os raios-gama etc. Além disso, ele também emite núcleos de átomos, em particular durante seus períodos de mau humor, quando são geradas grandes labaredas de energia. Convencionou-se chamar de raios cósmicos o componente não eletromagnético da radiação que é emitida pelos objetos celestes.” Quem explica é o doutor Ronald Cintra Shellard, diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e presidente da Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae).

Grande parte desses raios cósmicos que conseguem penetrar através do campo magnético da Terra é formada por prótons — os núcleos de átomos de hidrogênio, que servem de combustível para as estrelas —, as mesmas partículas

In three of the past editions of the Science @ Uniso magazine (June, December/2018; December/2019), you can read about different aspects and discoveries of researches in the field of High Energy Physics, conducted by Brazilian scientists at the largest particle accelerator in the world, under the Swiss-French border. In these experiments, protons are accelerated to a point they almost reach light speed, clashing with other protons that are coming in the opposite direction, which causes them to break into millions and millions of pieces—other particles, even more basic, which allow scientists to take a quick look at what was going on right after the birth of the universe itself. These are man-made collisions, that take place in controlled environments, but there are other collisions between particles that are happening all the time, in space and right here on Earth, over which the human species has no control whatsoever.

This happens because our planet is being constantly bombed by cosmic rays. “Heavenly objects are constantly emitting different forms of radiation. Our sun emits visible light, but it also emits ultraviolet light, infrared, gamma rays, etc. Besides that, it also emits nuclei of atoms, particularly during its periods of bad mood, when large flares of energy are generated. ‘Cosmic rays’ is how we are used to call the non-electromagnetic component of radiation that is emitted by heavenly bodies.” The topic is explained by Dr. Ronald Cintra Shellard, director of the Brazilian Center for Physical Research (CBPF), and president of the Brazilian National Network of High Energy Physics (Renafae).

Most of these cosmic rays that are able to penetrate through the Earth’s magnetic field are made of protons—the nuclei of hydrogen atoms, which serve as fuel for the stars—, the same elementary particles that physicists collide in their experiments. “When cosmic rays with very high

Foto/Photo: Paulo Afonso/Shutterstock

Radiotelescópios podem ser usados para vários fins, até para procurar inteligência alienígena, como é o caso desses telescópios instalados no Observatório de Hat Creek, na Califórnia

Radio telescopes can have many different purposes, even the search for alien intelligence, such as these telescopes at the Hat Creek Observatory, in California

elementares que os físicos colidem em seus experimentos. “Quando raios cósmicos com níveis de energias muito altos penetram na atmosfera terrestre, eles colidem com os núcleos dos átomos que estão na atmosfera, gerando centenas de outras partículas, que, se também tiverem grandes energias, vão gerar novas colisões. Todas essas partículas formam o que chamamos de chuveiro atmosférico”, explica Shellard.

Na verdade, algumas dessas partículas estão atravessando o seu corpo neste exato momento, enquanto você lê esta reportagem. Ainda assim, quando você olha para cima, não há nada diferente

levels of energy penetrate the Earth’s atmosphere, they collide with the nuclei of the atoms that are out there, generating hundreds of other particles. If these particles also have great energy levels, they will generate new collisions. All of these particles form what we call an air shower,” Shellard explains.

In fact, some of these particles are passing through your body right now, as you read this magazine. Still, when you look up, there is nothing different that someone can see, and everything is silent, as if nothing is happening. Why? Because these phenomena are taking place outside the

que alguém possa ver, e tudo está silencioso, como se nada estivesse acontecendo. Por quê? Porque esses fenômenos estão ocorrendo fora dos limites da nossa percepção; para poder percebê-los, basta saber como escutar.

COMO DETECTAR CHUVEIROS ATMOSFÉRICOS?

Shellard explica que há várias maneiras de detectar os raios cósmicos, quando eles chegam à Terra: "Se você tivesse muito dinheiro, poderia colocar no espaço um detector como os que podem ser encontrados nos aceleradores de partículas, mas há a limitação dos custos, que são altíssimos. Porém, existem outras maneiras: pode-se, por exemplo, medir os fragmentos dos chuveiros atmosféricos e, a partir deles, reconstruir a energia e a direção do raio cósmico primário." Isso é particularmente difícil, pois, fora do escudo protetor do nosso planeta, o espaço é cheio de campos magnéticos que distorcem a trajetória dos raios cósmicos. Somente os raios de energias muito altas podem revelar a direção de suas origens, estejam elas dentro ou fora da galáxia.

É justamente isso que os físicos estudam no Observatório Pierre Auger, que compreende 27 telescópios e 1.600 detectores de partículas posicionados numa área de 3 mil km² na província de Mendoza, na Argentina; 10% do time de cientistas desse observatório são brasileiros, inclusive Shellard.

"No Auger, nós usamos tanques de água para estudar os raios cósmicos. Partículas passando pela água em velocidades muito próximas à da luz emitem radiação, basicamente na região ultravioleta do espectro, e essa radiação pode ser registrada por sensores. Como as partículas de um chuveiro atmosférico jorram sobre uma área de alguns quilômetros de diâmetro, nossos detectores estão espalhados a cada 1.500 metros. Assim, quando um número mínimo de detectores (pelo menos três) registra partículas simultaneamente (na verdade, numa janela de tempo de poucos milissegundos), sabemos que temos um raio cósmico com energia muito grande. O chuveiro, ao se propagar pela atmosfera, excita as moléculas do ar, que fluorescem (o mesmo fenômeno das antigas lâmpadas fluorescentes), emitindo radiação ultravioleta. Essa radiação é captada pelos telescópios. Em contraste com os detectores de água, os telescópios só podem operar à noite, pois, de dia, ficariam 'cegos' com a luz ambiente", conta Shellard.

No Pierre Auger, aos pés da Cordilheira dos Andes, os detectores operam dia e noite, durante o ano inteiro, transformando, ao seu modo, o silêncio do universo numa canção que nós, terráqueos, podemos entender.

OUVINDO AS ESTRELAS NA UNISO

A partir de 2020, pesquisadores da Universidade de Sorocaba (Uniso) também estão se empenhando para ouvir essa canção, por assim dizer. Até então, o Grupo de Estudos de Astronomia (GEA) da Uniso

Foto/Photo: Monique Nunes/GpexDC-Uniso

O professor mestre Fabio Tozo, coordenador do GEA-Uniso, sobre o bloco D, onde está instalado o radiotelescópio da Universidade
Professor Fabio Tozo, coordinator of GEA-Uniso, on the rooftop of Building D, where the university's radio telescope is located

limits of our perception; in order to be able to perceive them, one needs to know how to listen.

HOW TO DETECT AIR SHOWERS?

Shellard explains there are many ways to detect cosmic rays when they arrive on Earth: "If you had a lot of money, you could put a detector in space like those that can be found in particle accelerators, but there is a limitation when it comes to costs, once they are very high. However, there are other ways: you can, for example, measure the fragments of air showers in order to reconstruct the energy and the direction of the primary cosmic ray." This is particularly difficult because, outside the protective shield of our planet, outer space is full of magnetic fields that distort the trajectory of cosmic rays. Only rays of very high energy can reveal the direction of their origins, whether inside or outside the galaxy.

This is precisely what physicists study at the Pierre Auger Observatory, which comprises 27 telescopes, and 1,600 particle detectors positioned in an area of 3,000 km² in the province of Mendoza, Argentina. Brazilians represent 10% of the staff of scientists working at this observatory, including Shellard.

"At the Auger, we use water tanks to study cosmic rays. Particles passing through water at speeds that come close to light speed emit radiation, basically in the ultraviolet region of the spectrum, and this radiation can be registered by sensors. Considering the fact that particles of an air shower pour over an area of a few kilometers in diameter, we have detectors positioned after every 1,500 meters. So, when a minimum number of detectors (at least three) register particles simultaneously (actually, with a difference of a few milliseconds), we know that we have a cosmic ray with very high energy. The shower, when propagating through the atmosphere, excites the air molecules, which fluoresce (the same phenomenon of the old fluorescent light bulbs), emitting ultraviolet radiation. This radiation is registered by telescopes. In contrast to water detectors, telescopes can only operate at night, as, during the day, they would be 'blind' due to the natural light," Shellard says.

At Pierre Auger, at the foot of the Andean Mountains, detectors operate day and night, all year long, transforming the silence of the universe into a song that we earthlings can understand.

LISTENING TO THE STARS AT UNISO

Researchers at Uniso are also striving to hear this song, so to speak. Until recently, Uniso's Study Group on Astronomy (GEA, in the Portuguese acronym) had an optical telescope—which, out of the wavelenghts within the electromagnetic spectrum, depends exclusively on visible light

dispunha de um telescópio ótico — que, dentre todos os intervalos do espectro eletromagnético, depende exclusivamente da luz visível para observar fenômenos celestes —; a partir deste ano, as atividades foram incrementadas com a aquisição de um radiotelescópio, cuja antena (que ilustra a primeira página desta reportagem) está instalada sobre o bloco D.

Antes de ser instalada na Uniso, a antena pertencia a uma emissora de rádio da cidade de Sorocaba. Isso porque, tecnicamente, os radiotelescópios apresentam funcionamento análogo aos sistemas de telecomunicações usados para a transmissão de ondas de rádio e TV (antes da televisão digital). As ondas são captadas pela antena, que as direciona a um receptor, armazenando os respectivos dados num computador.

"Não é um processo rápido, como mirar uma luneta para o céu e achar um corpo celeste. Por meio do radiotelescópio, você recebe os sinais e, depois disso, é preciso trabalhar com os dados obtidos de modo a extrair informações relevantes", destaca o professor Cesar Hipolito Pinto, egresso do curso de licenciatura em Física da Uniso e, atualmente, professor do Ensino Médio. Ele é um dos professores que, por meio do GEA, vai usar o radiotelescópio em sala de aula, para diversas atividades educacionais.

O professor mestre Fabio Tozo, coordenador do GEA, explica que, com muita paciência e tempo de observação, seria possível usar o radiotelescópio para alguma descoberta inédita, como uma nova estrela, por exemplo, mas que o grande objetivo não é esse. "As atividades de observação podem abordar vários cursos, de forma transdisciplinar. Podemos fazer leituras de gráficos com o pessoal da Engenharia e das Ciências da Computação, por exemplo; com o pessoal da Matemática, podemos criar algoritmos — a exemplo dos algoritmos usados para a construção da primeira imagem de um buraco negro, que foi elaborada com dados de radiotelescópios espalhados pelo mundo e ficou famosa em abril de 2019. São muitas as aplicações no ensino", ele conclui.

to observe heavenly phenomena—; from 2020, activities were increased with the acquisition of a radio telescope, whose antenna (which illustrates the first page of this story) is installed on the rooftop of Building D.

Before being installed at Uniso, the antenna belonged to a radio station in the city of Sorocaba. This is because, technically, radio telescopes operate similarly to the telecommunications systems used to transmit radio and TV signals (before digital television). Waves are captured by the antenna, which directs them to a receiver, storing the respective data on a computer.

"It is not a fast process, like aiming a telescope at the sky and finding a heavenly body. Through the radio telescope, you receive the signals and, after that, you have to work with the data obtained in order to extract relevant information," highlights Cesar Hipolito Pinto, a former student at Uniso's undergraduate program in Physics, currently lecturing as a High School teacher. He is one of the teachers who will use the radio telescope in the classroom, for various educational activities in partnership with GEA.

Professor Fabio Tozo, the coordinator of the group, explains that, with a lot of patience and hours of observation, it would be possible to use the radio telescope for some unprecedented discovery, such as a new star, for example, but that is not the major goal of the project. "Observation activities can integrate several programs and fields of knowledge, in a transdisciplinary way. We can invite people from Engineering and Computer Sciences to read graphs, for example; with the folks from Mathematics, we can create algorithms—like the algorithms that were used to create the first image of a black hole, which was elaborated with data from radio telescopes around the world, and became famous in April 2019. There are many applications when it comes to teaching," he concludes.

João-de-barro *(Furnarius rufus)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Leticia Santos de Souza, estudante de Ciências Biológicas, durante sessão de observação de pássaros na área verde da Cidade Universitária
Leticia Santos de Souza, a Biological Sciences undergraduate student at Uniso, during a bird watching session on campus

MAIS DE 100 ESPÉCIES DE AVES

foram identificadas na Cidade Universitária da Uniso

MORE THAN 100 BIRD SPECIES

were identified on campus

Por/By: Guilherme Profeta
Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Quando se pensa nas aves que habitam a Cidade Universitária Professor Aldo Vannucchi, o principal câmpus da Universidade de Sorocaba (Uniso), a primeira que deve vir à cabeça de muita gente é a seriema *(Cariama cristata)*. Não é à toa: essa espécie ganhou em 2019 um monumento próprio, além de ter virado o mascote do time universitário de *e-sports* e de ser destaque nos adesivos laterais do UniBus, o ônibus da Uniso. Ainda assim, a seriema é apenas um dos exemplares da avifauna do câmpus, que hoje já passam de 100 espécies registradas. Algumas dessas espécies você pode conferir ao longo desta edição, nas fotos entre as reportagens.

Os dados fizeram parte do trabalho de conclusão de curso de Leticia Santos de Souza e Rodolfo da Silva Pereira, apresentado em novembro de 2018 como parte das exigências para a obtenção do diploma de graduação em Ciências Biológicas da Uniso. Na época, foram registradas 77 espécies no câmpus (totalizando 18 ordens e 36 famílias), mas, desde então, Souza continuou expandindo a lista, com o apoio do Clube de Observadores de Aves de Sorocaba (Coaves).

"Hoje nós já chegamos a 112 espécies", ela conta, enquanto toma notas num bloco de anotações próprio para o uso em campo, durante uma sessão de observação vespertina em meados de outubro de 2019. Munida de câmera fotográfica e uma caixa de som portátil para reproduzir as vocalizações, ela relembra como se deram as 45 idas a campo que ela contabilizou durante a etapa de coleta de dados de sua pesquisa: "Foram conduzidas visitas três vezes por quinzena, em horários distintos, matutino, vespertino e noturno. A coleta dos dados foi realizada por meio da elaboração de uma lista simples por campanha, ou seja, as espécies foram identificadas por meio de registros visuais e sonoros, sendo posteriormente organizadas por ordem taxonômica."

Ela explica que esses dados coletados em campo permitiram que fossem calculadas tanto a

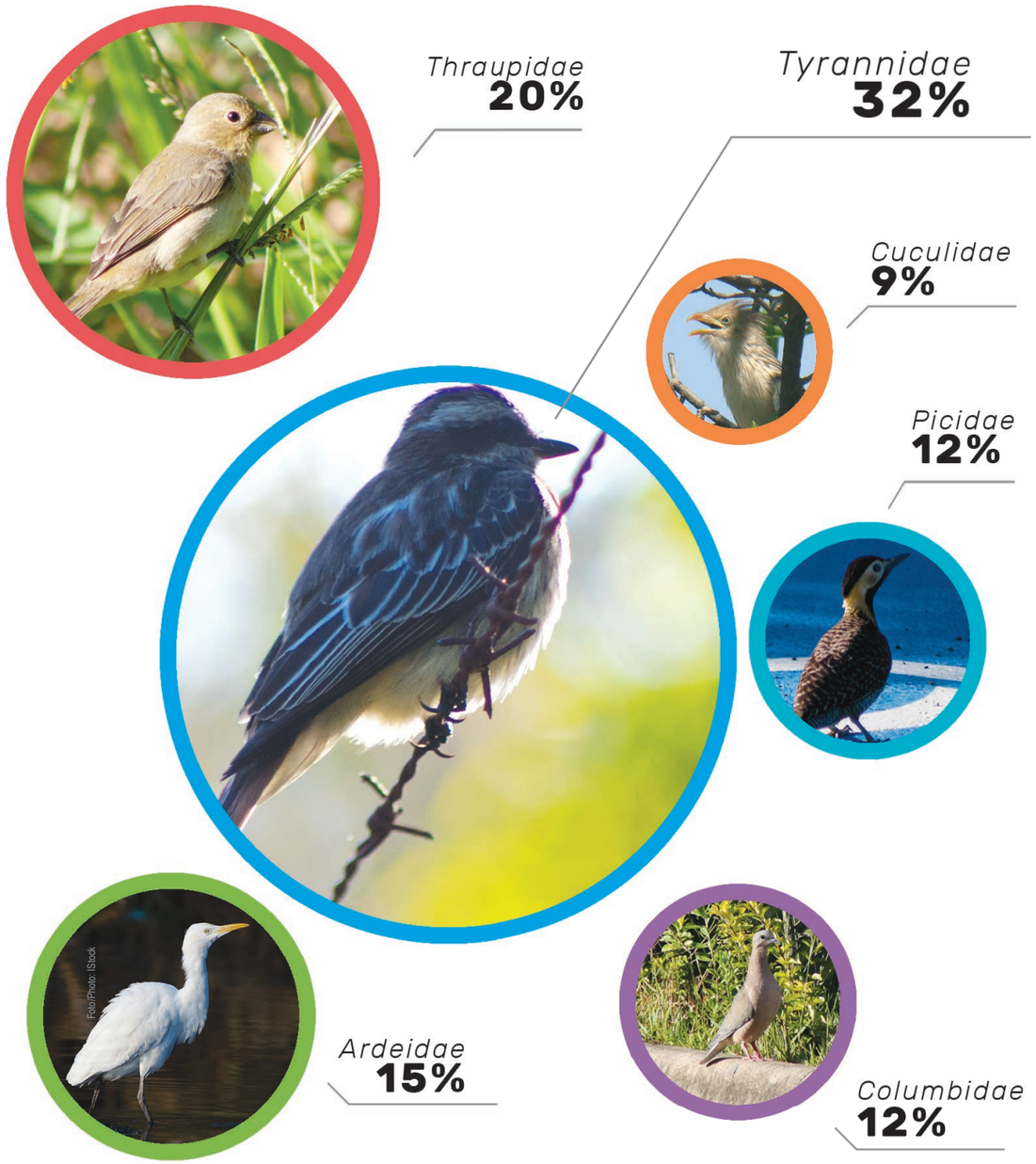
When one thinks of the birds that inhabit Uniso's main campus, the first that comes to mind for most people is probably the seriema *(Cariama cristata)*. No wonder: this species got its own monument on campus in 2019, besides becoming the mascot for the university e-sports team, and being featured on the side of the university bus. Despite all that, the seriema is just one example of Uniso's bird fauna, which today comprises more than 100 registered species. You can check some of these species throughout this edition, in the photos disposed between stories.

The data were part of the graduation project of the students Leticia Santos de Souza, and Rodolfo da Silva Pereira, presented in November 2018 as part of the requirements for obtaining the undergraduate degree in Biological Sciences at Uniso. At the time, 77 species were registered on site (totaling 18 orders, and 36 families), but, since then, Souza has continued to expand the list, with the support of the Sorocaba Bird Watchers Club (Coaves, in the Portuguese acronym).

"Currently, we have reached 112 species," she says, while taking notes in a notepad fit for field use, during an afternoon observation session in mid-October 2019. Equipped with a camera, and also a portable speaker to reproduce bird calls, she remembers how the 45 field tracks took place during her research's data collection phase: "Visits were conducted three times every fortnight, during different times of the day, in the morning, afternoon, and evening. Data collection involved the elaboration of a simple list per campaign, that is, species were identified through visual and sound records, being subsequently organized in taxonomic order."

She explains that these field data allowed the calculation of both the species discovery curve, and the frequency of general occurrence. "The

Famílias de aves mais presentes no campus
Most recurring bird families on campus



curva de acúmulo de espécies quanto a frequência de ocorrência geral. “A curva de acúmulo de espécies nos mostra o quanto a amostragem de campo é efetiva. Chega um momento em que, de tanto você ir a campo, os seus registros começam a estagnar: você sempre vai ter as mesmas espécies, de modo que surge um padrão, então a sua curva de acúmulo tende a seguir reta. Isso não significa que você esgotou os registros, mas que chegou perto de registrar tudo o que havia para ser registrado naquela área. O tempo que você vai levar para alcançar esse limiar depende muito do nível de degradação da área. Já a frequência de ocorrência geral é um cálculo que nos diz o quanto uma determinada espécie é frequente naquela determinada área, pelo número de aparições que ela tem no seu estudo.”

AVES COMO BIOINDICADORES

O estado de São Paulo tem cerca de 800 espécies de aves catalogadas, que encontram no desmatamento e na urbanização as suas principais ameaças. “Das modificações causadas pelo homem, a fragmentação das áreas naturais é um dos fatores mais graves. Apesar disso, os parques naturais e outras áreas verdes situadas nos perímetros urbanos, como o campus da Uniso, podem conter uma significativa parcela da biodiversidade nativa, não só de aves, mas também de mamíferos e insetos”, dizem os pesquisadores.

A Cidade Universitária pode ser considerada um importante refúgio para a biodiversidade

A Cidade Universitária foi inaugurada em 1999, numa área de 56 alqueires que compreende uma zona de transição entre dois biomas, o Cerrado e a Mata Atlântica. Souza explica que a coexistência desses dois biomas pode resultar numa região com maior biodiversidade. Em sua pesquisa, ela considerou tanto os prédios de estudos e administrativos quanto a área do Núcleo de Estudos Ambientais de Sorocaba (Neas) e as dez trilhas ecológicas que existem dentro do câmpus. A maior parte das espécies identificadas (42) foi encontrada no ambiente de borda de mata.

“Há espécies de aves que podem ser observadas nos perímetros urbanos, por possuírem uma menor exigência ecológica e serem menos sensíveis a distúrbios ambientais, mas existem aquelas que necessitam de um ambiente menos modificado pelo homem, ou totalmente natural. As espécies desse segundo tipo podem ser utilizadas como bioindicadores”, eles destacam, explicando que as listas de espécies de uma região, como aquela que foi desenvolvida no estudo, permitem, dessa maneira, que seja analisado o nível de degradação do local.

A pesquisadora conclui que, por abrigar espécies endêmicas e migratórias, o câmpus da Uniso pode ser considerado um importante refúgio para a biodiversidade: “São esses fragmentos verdes que ainda restam nas cidades, promovendo oportunidades de nidificação e procriação, que preservam a abundância da nossa avifauna.”

Com base no trabalho de conclusão de curso “Comparativo de avifauna do câmpus ‘Cidade Universitária’ da Uniso com dois parques do município de Sorocaba”, apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma de graduação em Ciências Biológicas da Uniso, com orientação do professor doutor Nobel Penteado de Freitas e aprovado em 28 de novembro de 2018.

species discovery curve shows us how effective the sampling is. After one goes out in the field many and many times, there comes a time when records start to stagnate: one will always find the same species, so that a pattern appears, and the discovery curve tends to turn into a flat line. This does not mean that one has registered every single species, but that one has come close to register everything that was to be registered in that area. The time it will take for one to reach this threshold depends a lot on the area’s level of degradation. The frequency of general occurrence, on the other hand, is a calculation that tells how frequent a particular species is in that particular area, considering the number of times it appears it the study.”

BIRDS AS BIOINDICATORS

The state of São Paulo has about 800 species of birds cataloged. Deforestation and urbanization are their main threats. “Out of the changes caused by mankind, the fragmentation of natural areas is one of the most serious factors. Despite this, natural parks and other green areas located within urban perimeter, such as Uniso’s campus, can contain a significant portion of native biodiversity, not only birds, but also mammals, and insects ”, the researchers say.

Uniso’s main campus can be considered an important refuge for biodiversity

Uniso’s main campus dates from 1999, being located in an area of over 300 acres that comprises a transition zone between two biomes, the Cerrado—the Brazilian tropical savanna—, and the Atlantic Forest. Souza explains that the coexistence of these two biomes may result in a region with greater biodiversity. In her research, she considered both the buildings used for educational and administrative purposes, and Uniso’s Center for Environmental Studies (Neas, in Portuguese), as well as ten ecological trails that exist on campus. Most of the 42 identified species were found in the woodland edge environment.

“There are bird species that can be observed in urban perimeters, because they present less ecological requirements and are less sensitive to environmental disturbances, but there are also those that require an environment less modified by men, or even a totally natural environment. The species in this second group can be used as bioindicators”, they highlight, explaining that species lists such as the one that was developed in their study, allow one to analyze the level of degradation of a given area.

Souza concludes that, due to the fact it houses endemic and migratory species, the campus can be considered an important refuge for biodiversity: “These fragmented green areas that still remain within cities are what still promotes nesting and breeding opportunities, thus preserving the abundance of our bird fauna.”

This story was based on a graduation project conducted by undergraduate students at Uniso's program in Biological Sciences.

Coruja buraqueira *(Athene cunicularia)*

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Universidade de Sorocaba

“Ser uma Universidade Comunitária que, por meio da integração do ensino, da pesquisa e da extensão, produza conhecimentos e forme profissionais, em Sorocaba e região, para serem agentes de mudanças sociais, à luz de princípios cristãos”.

“To be a Community University that, through the integration of teaching, research, and outreach, will produce knowledge, educating and empowering professionals in Sorocaba and its region to be agents of social changes in the light of Christian principles.”